T. Z.

MOSTY PONTONOWE W NATARCIU PRZEZ RZEKĘ.

Na łamach naszego Przeglądu poruszane już było zagadnienie wyboru godziny forsowania, ponieważ wybór tej godziny, mimo fachowej dorady sapera, leży w całkowitej i wyłącznej kompetencji dowódcy taktycznego, nie będę kruszył o to kopii, tym więcej, że zagadnienie to wszechstronnie i celowo zostało wyczerpane.

Istnieje jednak w całości zagadnienia forsowania inny moment, co do którego stawia wniosek i wykonuje saper — jest to „godzina" budowy mostu.

Mam wrażenie, że już dzisiaj nieaktualnym stał się stary „szymel", który w streszczeniu mniej więcej tak głosił: po opanowaniu horyzontu przez własne oddziały, saperzy przystępują do budowy mostu pontonowego, po czym do polowego, aby jak najrychlej zwolnić sprzęt pontonowy.

Nowoczesne lotnictwo, a zwłaszcza znacznie ulepszone sposoby bombardowania (loty nurkowe), stanowią niewspółmiernie większe niebezpieczeństwo dla mostów w ogóle, a pontonowych w szczególności, w porównaniu chociażby z okresem końcowym wojny światowej.

Wydaje się, że przeciwnik, wyposażony na miarę nawet średnio europejską, jeśli będzie słaby na jakimś kierunku na ziemi, to jednak będzie na tyle silnym w powietrzu, aże-

by móc rozpoznawać ruchy przeważającego nieprzyjaciela na ziemi, jak również przeciwstawić się im przede wszystkim przez bombardowanie.

A jeśli chodzi o przeszkody wodne, to niewątpliwie będzie lotnik szukał tak delikatnych i czułych punktów, jakimi są mosty, na których „wisieć“ będzie w wielkim stopniu powodzenie nacierającego.

Stąd wniosek, że mosty budowane w natarciu przez rzeki będą wyszukiwane przez lotnictwo broniącego się, a co za tym idzie i bombardowane.

Wprawdzie nie każdy pocisk na wojnie zabija lub rani, o czym wiemy doskonale z doświadczenia, nie każda zatem bomba lotnicza będzie leżała w celu, ale wystarczy nieraz jedna, ta przypadkowa, a most zostanie przerwany.

Jeśli zważymy, że mosty pontonowe ze swymi linami kotwicznymi są niewspółmiernie więcej wrażliwe na bombardowanie niż mosty polowe, bowiem upadek i wybuch bomby, już nawet w pobliżu lin przy uszczelnieniu wodą, spowoduje przerwanie mostu, oraz biorąc w rachubę, że sprzęt pontonowy najczęściej występuje w ilościach ograniczonych, dojść musimy do drugiego wniosku, a mianowicie: budowa mostów pontonowych na jutrzejszym polu bitwy będzie możliwą tylko pod osłoną zmroku, a wykorzystanie ich wyłącznie w nocy. Z wstawaniem świtu most pontonowy musi być rozprowadzony członami, starannie ukryty i zamaskowany.

To jest moim zdaniem najracjonalniejsze, taktyczne i logiczne wykorzystanie sprzętu mostów pontonowych, które nie wprowadzi w błąd, że zbudowany most za dnia spełni swoje przeznaczenie, jak również nie doprowadzi do

masowego niszczenia sprzętu pontonowego, który znowu nie jest ani tani, ani też łatwy w uzupełnianiu w okresie wzmożonego zapotrzebowania na produkcję fabryk krajowych.

Niemniej jednak, pomyślne nawet przekroczenie rzeki przez pierwsze fale piechoty wymagać będzie niezwłocznego wzmacniania jej przez działka przeciwpancerne, czołgi, artylerię itp., czy to z uwagi na konieczność uodpornienia załogi małego przedmościa na przeciwuderzenia lub przeciwnatarcia, które nieprzyjaciel bezpośrednio zaaplikuje, czy też dla kontynuowania natarcia dalszego lub pościgu.

Piechota niewsparta środkami obrony przeciwpancernej, czołgami, czy też artylerią, nie tylko, że nie będzie zdolna do podjęcia natarcia na większą skalę, ale straci odporność swoją wobec nowoczesnego przeciwnika. To też każdy dowódca taktyczny, dysponujący ciężkimi środkami walki, które wyżej wyliczyłem, żądać będzie zapewne już w pierwszym rzucie, a w następnych z całą pewnością, przeprawy tych środków. Oczywista, żądania dowódcy wielkiej jednostki będą jeszcze szersze, dla zrealizowania których budowaliśmy „wczoraj“ — mosty pontonowe. A dzisiaj? — człony i most polowy za widna, a most pontonowy pod osłoną nocy — to jedynie i możliwie pewne zaspokojenie nieodzownych potrzeb zgrupowań broni połączonych przy forsowaniu rzek.

Człony muszą zastąpić most pontonowy, a jako cele rozrzucone i stosunkowo nikłe będą niewspółmiernie mniej narażone na zniszczenie przez bombardowanie lotnicze. Ażeby jednak wydajność ich w przeprawianiu była możliwie największa z punktu widzenia potrzeb, muszą być motorowe.

Z takiego rozwiązania wypływają jeszcze pewne przesłanki, przypominające ogólną zasadę konieczności zachowywania odwodu sprzętu przeprawowego.

Przeprawa czołgów, działek, czy też artylerii, zacznie się w momencie, kiedy warunki prowadzonego boju na to pozwolą (uchwycenie horyzontu). Moment ten nie może być ściśle przewidziany, ani też określony, nastąpi on najczęściej nagle, a wówczas każdy kwadrans będzie drogi, bo kwadrans to — pluton czołgów na przeciwnym brzegu. Wystąpi tutaj, jak zresztą niemal we wszystkich naszych zadaniach, konieczność pracy naszej „na czas", dyktowana przez wyższe względy.

Czy można wówczas improwizować... biegać, zbierać pontony po brzegu, porozrzucane tam, gdzie je prąd, czy ogień zepchnął, wreszcie kompletować obsady i sprzęt często, gęsto postrzelane? Nie — należy mieć w pogotowiu odwód sprzętu przeprawowego po to, aby w chwili, wymagającej uruchomienia przepraw członami, szybko doprowadzić sprzęt na brzeg i siłami również z odwodu, przystąpić energicznie do uruchomienia przepraw „na czas" możliwie najkrótszy.

Kto kiedykolwiek w życiu przeprawiał chociaż jedną baterię artylerii na wiosłach, a „broń Boże" dywizjon, ten wie, jaki to jest ogromny wysiłek fizyczny, to też, aby utrzymać ciągłość przepraw należałoby najwyżej co 3 — 4 godziny obsady wiosłujące zmieniać, a na to saperów nie starczy w tej formie działania z pewnością. A więc motor zamiast wiosła nie tylko zmniejszy zapotrzebowanie na ręce saperskie, których będzie zawsze brakować, ale jednocześnie da również gwarancję ciągłej, szybkiej i długotrwałej przeprawy przy minimalnych stanach saperskich.

Tak jak poprzednio, po opanowaniu horyzontu budowany był most pontonowy, tak dzisiaj, niezależnie od urucho-

mienia przepraw motorowych członami, trzeba niezwłocznie przystępować do budowy mostu polowego jeszcze pod ogniem artylerii nieprzyjacielskiej.

Most polowy na ogół jest znacznie mniej wrażliwy na bombardowanie lotnicze z punktu widzenia konstrukcyjnego, a im prędzej zostanie zbudowany, tym trwalej zapewni normalny, a tak konieczny ruch między obu brzegami.

Na wielu przeszkodach średnich do 100 m szerokości, niewątpliwie most polowy stanie już do zmroku, albo zastąpi całkowicie przeprawy motorowe, albo też łącznie z mostem pontonowym w ciągu pierwszej już nocy po pomyślnym sforsowaniu rzeki, obsłuży intensywny ruch transportowy dywizji czy zgrupowań broni połączonych, który to właśnie w ciągu nocy w tego rodzaju działaniach będzie niezmiernie ożywionym.

Poruszając zagadnienie komunikacji po przez przeszkody wodne w boju zaczepnym, pragnę bodaj w paru słowach poruszyć jeszcze jedno, moim zdaniem, doniosłe zagadnienie techniczne, które jak i wiele innych pociąga za sobą daleko idące konsekwencje taktyczne.

W okresie, kiedy lotnictwo bombardujące nabiera coraz większego znaczenia i praktycznego zastosowania, jest niewątpliwym, że szukać ono będzie ciaśnin, jakimi są w pierwszym rzędzie mosty na liniach wodnych i niemiłosiernie obrzucać je bombami.

Wypadki skutecznego bombardowania mostów będą, należy przypuszczać, chlebem więcej niż codziennym i to nie tylko w bezpośredniej strefie bojowej, ale i na głębokich tyłach.

Prowadzenie boju, a właściwiej żywienie bitwy nowoczesnej będzie wymagało intensywnego i nieprzerwanego ruchu do i odfrontowego, a więc przerwanie bodaj kilkogo-

dzinne komunikacji w skutkach będzie tym większe, im większe natężenie posiadać będzie toczona bitwa. Nie ma dwóch zdań, że przerwy takie, skoro siłą wyższej konieczności będą powstawać, muszą trwać jak najkrócej. Zredukowanie tych przerw będzie jednym z czołowych zadań, mieszczących się w przewidywaniach każdego dowódcy saperów w. j., jak również zadaniem do wykonania dla jednostek oraz sprzętu saperskiego.

Wydaje mi się zatem koniecznością, aby mosty leżące na podstawowych osiach komunikacyjnych były przygotowane do odbudowy w czasie możliwie najszybszym.

W tym celu:

1) mosty o znaczeniu zasadniczym, gdzie ruch nie może być przerwany, muszą posiadać w pobliżu pewną ilość sprzętu przeprawowego, nazwijmy to plutonami przeprawowymi, do budowy członów z napędem motorowym, oraz niezbędną obsługę, jako — pogotowie komunikacyjne; ponadto, materiał już częściowo zmontowany na 1 — 3 przęsła przynajmniej z dwoma podporami (chociażby na ramach). Środki te, łącznie z przygotowanymi prowizorycznie przystaniami, będą miały za zadanie zapewnić ciągłość ruchu na tej osi komunikacyjnej, chociażby w ramach zmniejszonych z uwagi na przerwanie mostu. Odbudowa w tych warunkach musi być rozpoczęta bezwłocznie po zbombardowaniu.

2) Mosty, gdzie ruch może być przerwany na kilka godzin bez szkody dla działań taktycznych, powinny posiadać jednak przynajmniej pogotowie materiałowe do odbudowy, a mianowicie 1 — 3 przęsła wraz z dwoma podporami, również w formie już zmontowanej, przygotowanej do zabudowy; siły w tym wypadku, niezbędne do odbudowy, zostaną dostarczone przez dowódcę saperów w. j., oczywista trakcją samochodową.

3) Dowódca saperów każdej wielkiej jednostki w przyszłych działaniach, a ruchowych w szczególności, więcej niż kiedy indziej będzie musiał troszczyć się o komunikacje, przede wszystkim przewidując konieczność ich odbudowy, w tym celu musi zorganizować pogotowie mostowe w formie jak przedstawiłem wyżej, a ponad to zachować część sił i sprzętu z możnością dostarczenia środkami samochodowymi w miejsce, gdzie zajdzie tego konieczność.

Zagadnienie budowy mostów pontonowych i wykorzystywanie ich tylko pod osłoną nocy, przeprawy motorowe członami, jako surogat mostów pontonowych, oraz pogotowia mostowe, poruszone mniej lub więcej udolnie w niniejszym artykule, są wyrazem, że nie powinniśmy zasklepiać się w starych wzorach, lub przestarzałych regulaminach, a rozważać i szukać nowych dróg, które pozwolą na wykorzystanie naszego sprzętu i sił jak najbardziej celowo.

MJR INŻ. WŁADYSŁAW POLKOWSKI
I KPT. WALERIAN KLIMOWICZ.

DYWIZYJNY MOST POLOWY PRZY WYSOKOŚCI PODPÓR OD 4 — 6 M.

Tymczasowa instrukcja „Dywizyjny most polowy“ obejmuje budowę mostów polowych do wysokości podpór 4 m. W ramach niniejszego artykułu chcemy rozpatrzeć budowę mostu polowego, przy zastosowaniu podpór bardziej złożonych.

Ustalenie typu mostu oraz jego konstrukcji zależne jest przede wszystkim od:

1. przewidywanych obciążeń,
2. warunków terenowych (wysokość brzegów, dogodne dojazdy).

Biorąc te dwa czynniki pod uwagę, możnaby — naszym zdaniem — ustalić następujące typy mostów polowych:

— dywizyjny most polowy 5 i 8-tonowy przy wysokości podpór do 4 m,
— dywizyjny most polowy 5 i 8-tonowy przy wysokości podpór od 4—6 m,
— most polowy półstały 5 i 8-tonowy przy wysokości podpór ponad 6 m.

Instrukcja „Dywizyjny most polowy“ ogranicza się prawie wyłącznie do budowy mostów przy wysokości pod-

pór do 4 m i całkowicie w tej dziedzinie wyczerpuje materiał pod względem technicznym (projekt, organizacja pracy itp.).

W artykule kwietniowym b. r., jako proponowane uzupełnienie tej instrukcji, podaliśmy przykład budowy mostu z drągowiny (żerdzi), tj. drewna o przeciętnej średnicy 15 cm.

W niniejszym artykule rozpatrzymy na założonym przykładzie projekt i organizację pracy przy budowie mostu polowego, którego wysokości podpór wahają się w granicach 4—6 m.

Poza tym postaramy się podać, w jak najbardziej przejrzystej formie, szereg praktycznych wskazówek, tak przy zorganizowaniu samej budowy mostu, jak i wykonywaniu poszczególnych elementów tego typu mostu.

Wybór miejsca budowy mostu, wskazówki dla powzięcia decyzji co do projektu mostu.

Ze względu na szybkość, w większości wypadków, most polowy będzie budowany możliwie nisko nad wodą, co da znaczne oszczędności nie tylko w czasie, ale i w materiale.

W niektórych jednak wypadkach, ze względu na dogodne dojazdy, chociaż znajdujące się na wysokich brzegach, lub też tylko częściowe zniszczenie istniejących uprzednio mostów półstałych, lub stałych, kalkulacja czasu może zadecydować o budowie mostów na tych właśnie dojazdach, względnie o odbudowie istniejących mostów — mimo, że wysokości podpór będą się wahać od 4 — 6 m, a nawet przekraczać 6 m. W tym ostatnim wypadku musimy stosować podpory podwójne.

Może drugie zdanie napozór przeczy pierwszemu, lecz

postaramy się udowodnić, że i wypadek drugi (wysokie podpory) ma swoje uzasadnienie.

Przy wyborze miejsca budowy mostu, należy zwrócić szczególną uwagę na dobre dojazdy.

Jeżeli zajdzie konieczność budowy mostu tam, gdzie dojazdy są złe, należy w ogólnej kalkulacji czasu budowy przewidzieć czas potrzebny na budowę dojazdów. Należy przy tym pamiętać, że czas budowy może być dłuższy od czasu budowy samego mostu, a stąd wypływa wniosek, że w pewnych wypadkach opłaci się, kosztem skrócenia czasu budowy dojazdów, pójść na konstrukcję mostową bardziej złożoną, o podporach wyższych, gdyż w sumie zaoszczędzi to ogólny czas budowy mostu.

Dlatego też, dopiero po przeprowadzeniu rozpoznania i skalkulowaniu czasu, można wybrać ten, lub inny sposób budowy, względnie odbudowy mostu.

Należy przyjąć za zasadę, że przy całkowitym zniszczeniu mostu stałego, względnie półstałego, lub też zniszczeniu ¾ jego długości — odbudowa w przeważającej ilości wypadków nie opłaca się. W takim razie stosuje się mosty objazdowe, budowane możliwie nad samą wodą.

Jeżeli po przeprowadzeniu kalkulacji czasu zdecydowaliśmy się na nawiązanie mostu polowego do częściowo zniszczonego mostu stałego, względnie półstałego, należy wtedy dążyć do tego, aby most polowy nie przeszkadzał w przyszłości do odbudowy półstałej przy zachowaniu ciągłości ruchu na moście w toku dalszej odbudowy.

Niszczenia lotnicze wysuwają dziś na czoło system odbudowy przęsłami krótkimi, które po powtórnym, a nawet kilkakrotnym zniszczeniu dadzą się szybko odbudować, czego nie można byłoby wykonać przy przęsłach średnich i dużych.

Również ze względu na zniszczenia lotnicze każdy most zbudowany, lub odbudowany na głównych osiach komunikacyjnych powinien, po zakończeniu budowy, mieć pozostawione pogotowie mostowe, a to w celu zapewnienia ciągłości i sprawności ruchu na moście w sensie jego szybkiej odbudowy.

Pogotowie mostowe powinno zawczasu przygotować pewną ilość głównych składników mostowych (ramy, pale, belki, okucia itp.) dla przyspieszenia odbudowy ewentualnych zniszczeń.

Na specjalnie ważnych osiach komunikacyjnych, na większych rzekach, ciągłość ruchu komunikacyjnego powinna być zapewniona dodatkowo — zmotoryzowanymi środkami przeprawowymi. Dojazdy dodatkowe muszą być dla tych przepraw zawczasu przygotowane.

Rozpatrzymy teraz konkretny przykład budowy mostu polowego, nawiązanego do częściowo zniszczonego już egzystującego mostu półstałego.

W założeniu przyjmujemy:

1. Ogólna długość mostu półstałego przed zniszczeniem wynosi 340 m.
2. Nieprzyjaciel zniszczył za pomocą amunicji wybuchowej saperskiej 180 m b mostu wysadzając podpory i niszcząc (przecinając) przęsła. Zniszczony odcinek mostu całkowicie przylega do lewego brzegu rzeki. Zniszczone przęsła żelazne i podpory leżą w osi mostu.
3. Pozostała część mostu, prawobrzeżna, nie wymaga żadnej odbudowy. Wysokość podpór mostowych nie przekracza 6 m.
4. Dojazdy na obu brzegach dobre — nie zniszczone.
5. Grunt dna rzeki — ił z piaskiem. Głębokość wody na zniszczonym odcinku mostu wynosi od 3,8 m do 0,7 m. Szybkość prądu w nurcie 1 m/sek.

6. Materiał drzewny w dostatecznej ilości do dyspozycji na miejscu w tratwach, zatrzymanych przez władze wojskowe bezpośrednio przy moście.

   Place materiałowe bardzo dogodne i rozległe, na lewym brzegu rzeki. Dostawa innych materiałów potrzebnych do budowy, jak: żelazo na śruby, gwoździe, klamry i dylina — zapewniona przez dowódcę saperów dywizji w potrzebnej ilości według zapotrzebowania.
7. Do dyspozycji komendanta budowy mostu przydzielono 3 kompanie piesze saperów z dodatkowym sprzętem dyspozycyjnym.
8. Miejsce postoju saperów odległe jest od miejsca budowy mostu około 6 km.

Rozpoznanie.

Dowódca saperów dywizji wyznaczy na komendanta budowy mostu prawdopodobnie swojego zastępcę, a to ze względu na ilość zaangażowanych sił saperskich, jak i ze względu na terminowość pracy.

Komendant budowy mostu zabierze ze sobą na rozpoznanie trzech dowódców kompanii i oficera pomiarowego z odpowiednią ekipą i sprzętem.

Poza tym, swoimi środkami samochodowymi wyśle na miejsce budowy mostu pluton saperów z zadaniem przygotowania pali kierunkowych z materiału, znajdującego się w tratwach przy moście. Pluton ten zabierze ze sobą swój sprzęt: 2 łodzie saperskie i kafar ręczny do zabijania pali kierunkowych na przyczepkach samochodowych.

Przed wyjazdem na rozpoznanie, komendant budowy mostu zarządzi:

— przemarsz kompanii do miejsca budowy mostu;
— przegląd i sprawdzenie sprzętu zmechanizowanego;

— wysłanie pozostałych w jego dyspozycji samochodów, w celu pobrania dodatkowego sprzętu i potrzebnego materiału. Wykaz sprzętu i materiału sporządzi „z grubsza" orientując się w przybliżeniu czym należałoby uzupełnić jego sprzęt etatowy, oraz jaki materiał będzie mu niezbędny w pierwszej fazie budowy, ustalając kolejność jego dostarczania. Szczegółowy wykaz potrzebnego sprzętu i materiału wyśle dodatkowo, po przeprowadzeniu rozpoznania.

Po wykonaniu rozpoznania i powzięciu decyzji co do sposobu odbudowy, komendant budowy mostu natychmiast zarządza prace pomiarowe, gdyż od sprawnego i szybkiego wykonania pomiarów uzależniona jest dalsza praca organizacyjna.

Rozpoznanie i pomiary tak muszą być rozłożone w czasie, aby w zależności od otrzymania rozkazu do budowy mostu mogły być wykonane w ciągu 2—3 godzin. Równocześnie czas ten powinien być wykorzystany na wykonanie prac pomocniczych przez oddziały przebywające wraz ze swym sprzętem na miejscu budowy.

W wypadku, gdy rozkaz do budowy został wydany w nocy, rozpoznanie należy zakończyć do świtu tak, aby z brzaskiem dnia można było przeprowadzić prace pomiarowe.

Podział pracy między kompanie saperskie.

Niezależnie od zakończenia prac pomiarowych komendant budowy mostu poleca najstarszemu dowódcy kompanii, przy pomocy pozostałych dowódców kompanii, sporządzić szkicowy projekt mostu i specyfikację materiału.

Po zakończeniu pomiarów, komendant, na krótkiej odprawie, podaje ostateczną swoją decyzję techniczną, przydziela funkcje poszczególnym oficerom, określa ich zakres pracy i kompetencje.

W rozpatrywanym przez nas przykładzie komendant budowy mostu wyznacza dwóch dowódców kompanii na kierowników odcinków budowy mostu — prawobrzeżnego i lewobrzeżnego, nakazując zorganizowanie pracy na dwie zmiany. Trzeciego dowódcę kompanii wyznacza jako oficera materiałowego, nakazując jednocześnie zcentralizowanie niektórych prac ciesielskich i kowalskich na rzecz obu kierowników odcinków mostowych.

Oficerowi pomiarowemu poleca natychmiast przystąpić do wytyczenia i zabicia pali kierunkowych. Do dyspozycji oficera pomiarowego przydziela pluton saperów do wykonania nakazanych prac.

W naszym wypadku komendant budowy mostu powziął następującą decyzję, co do samego projektu budowy mostu:

— do częściowo zniszczonego mostu półstałego dobudować most polowy o jednostajnym spadku na całej długości, poza osią mostu, w dół rzeki i równolegle do osi zniszczonego mostu,

— oś mostu polowego powinna przechodzić w takiej odległości od osi zniszczonego półstałego mostu, żeby w przyszłości odbudowa mostu półstałego była możliwa przy zachowaniu ciągłości ruchu na moście.

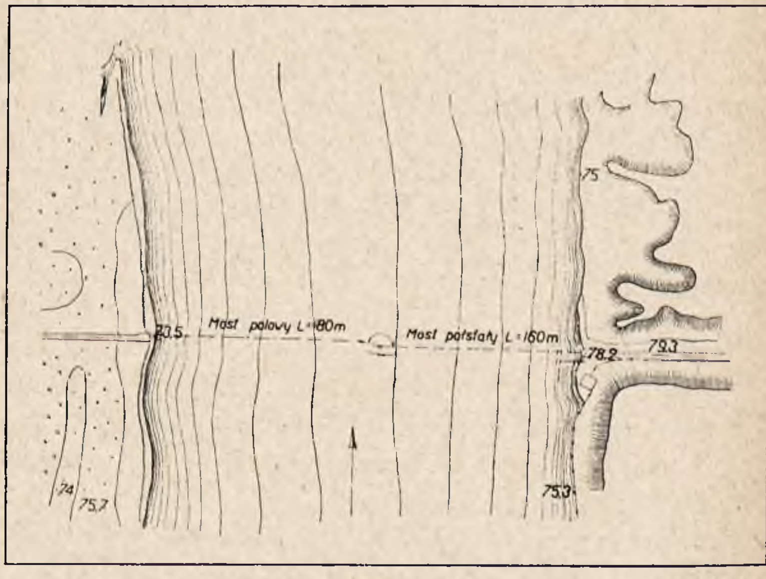
Decyzję tę ilustruję ryc. 1.

Po odprawie, dowódcy kompanii pod kierownictwem komendanta budowy mostu przystąpili do uzupełnienia szkicowego projektu mostu i szczegółowej specyfikacji materiałów oraz sporządzenia organizacji pracy.

Organizacja pracy musi być ogólnie opracowana na szczeblu komendanta budowy mostu, a następnie szczegółowo rozpracowana przez kierowników budowy odcinków mostowych i oficera materiałowego.

Prace pomiarowe i zabijanie pali kierunkowych.

Niezależnie od wyżej podanych czynności chcemy szczegółowo omówić tok pracy przy pomiarach i zabijaniu pali kierunkowych.

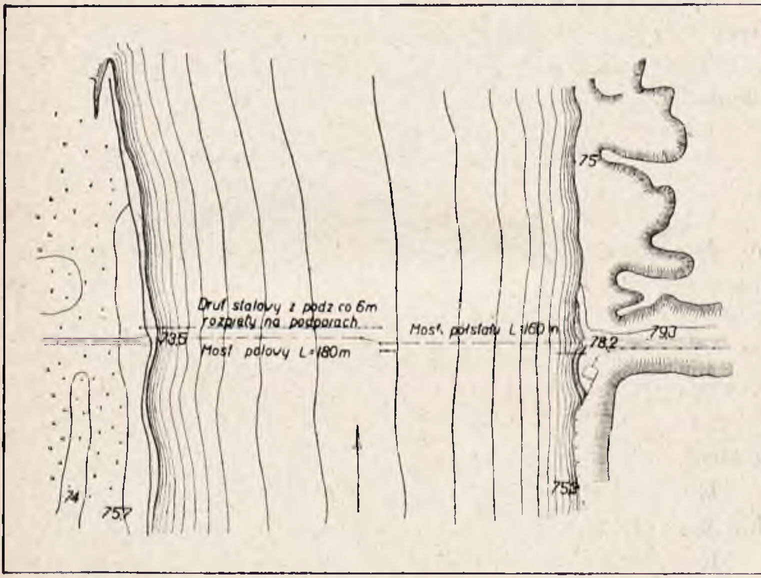


Ryc. 1.

W celu szybkiego przeprowadzenia pomiarów oficer pomiarowy użyje linki do wytyczania podpór, a w wypadku jej braku — drutu stalowego o średnicy 4—5 mm.

Drut taki należy rozciągnąć na drodze i na nim rozmierzyć osiowe rozstawienie podpór, znacząc osie podpór przez nalepienie w tych miejscach taśmy izolacyjnej.

Poza tym należy na obu brzegach wytyczyć oś mostu polowego.



Ryc. 2.

Oś pali kierunkowych należy wytyczyć równolegle do osi mostu polowego w odległości 1 m od skrajnych pali w dół rzeki, a to dlatego, aby pale kierunkowe nie przeszkadzały przy wykonywaniu właściwych podpór.

Po wytyczeniu osi pali kierunkowych — należy zabić pale pomocnicze dla podtrzymania rozciągniętego drutu, a przez to dla zmniejszenia jego zwisu.

Koniec drutu należy umocować do pala wbitego na skrzyżowaniu osi pali kierunkowych i osi ostatniej podpory odcinka nie zniszczonego mostu. Drugi koniec naciągnąć wielokrążkiem i umocować na lewym brzegu.

Schematyczne wykonanie tej pracy uwidocznione jest na ryc. 2.

Do czasu wytyczenia osi poszczególnych podpór nie należy zdejmować naciągniętego drutu.

Tyczenie osi poszczególnych podpór może być przeprowadzone przy pomocy węgielnicy pryzmatycznej.

Opis techniczny projektu mostu.

Konstrukcja mostu.

Most zaprojektowany jest mostem leżajowym, odmienny od przyjętego w naszej instrukcji tylko rodzajem podpór. Ogólny widok mostu przedstawia ryc. 3.

Wszystkie podpory są wykonane z pali bitych, przy czym część wyższych podpór posiada ramy nasadzane, zawczasu wykonane na warsztacie ciesielskim na placu materiałowym.

Dla usztywnienia mostu w kierunku podłużnym wysokie podpory zostały pomiędzy sobą stężone (ryc. 3).

Konstrukcja podpór jest uwidoczniona na ryc. 4a, b, c i d.

Organizacja pracy i specyfikacja materiałów.

Praca została zorganizowana na dwie zmiany z tym, że siły i środki znajdujące się w dyspozycji komendanta budowy mostu zostały podzielone na 3 grupy, a mianowicie:

D w i e g r u p y — prace przy budowie dwóch odcinków mostowych.

J e d n a g r u p a — prace na placu materiałowym, prace pomocnicze i odwód.

Na placu materiałowym zostały zorganizowane na korzyść dwóch kierowników odcinków mostu prace ciesielskie przy budowie ram, kowalskie, trackie i przygotowanie jezdni (belki główne, krawężniki, dylina itp.).

Niezależnie od tego każdy kierownik budowy odcinka mostu na swoim placu materiałowym, po pobraniu drewna, potrzebnego do pilotowania, zorganizował prace ciesielskie nad przygotowaniem pali, kapturów, tężników, kleszczy itp. dla swego odcinka mostu.

Tego rodzaju organizacja umożliwia szybkie wykonanie prac oraz zapewnia solidne wykonanie poszczególnych elementów budowy jako też i całości.

Ryc. 5 przedstawia projektowaną organizację pracy.

Ryc. 6 — specyfikację materiału, potrzebnego do budowy tego typu mostu.

Specyfikacja ta nie uwzględnia materiału na dojazdy, gdyż w założeniu przyjęliśmy, że most odbudowany jest na dojazdach nie zniszczonych. Nie uwzględnia ona również materiału, potrzebnego do przygotowania pewnej niezbędnej ilości gotowych elementów mostowych na wypadek zniszczeń lotniczych.

Po ukończeniu budowy mostu należy wyznaczyć pluton pogotowia i przydzielić mu potrzebny materiał i sprzęt dla wykonania co najmniej na 3 przęsła potrzebnej ilości pali, ram, belek nośnych itp.

Zadania poszczególnych oficerów w czasie budowy mostu.

Komendant mostu.

Po przeprowadzeniu rozpoznania, prac pomiarowych, i wykonaniu szkicowego projektu (szczegóły projektu jak: ramy, stężenia itp. powinny być szczegółowo rozpracowane

przez oficera materiałowego w pierwszych godzinach po rozpoczęciu budowy mostu), specyfikacji materiału i organizacji pracy — komendant mostu przed rozpoczęciem budowy powinien dać wytyczne poszczególnym wykonawcom (kierownikom odcinków budowy mostu i oficerowi materiałowemu), podkreślając specjalnie ważne momenty, mające decydujący wpływ na solidność wykonania i dotrzymania czasu budowy.

Zwraca on specjalną uwagę wykonawcom na:

1. sprawne funkcjonowanie sprzętu zmechanizowanego i posiadanie części zapasowych,
2. kolejność prac w poszczególnych fazach budowy,
3. rozpracowanie organizacji na swoich szczeblach,
4. dokładne wykonanie warsztatów ciesielskich, jak również i wykonywanie prac na tych warsztatach,
5. dobranie belek nośnych możliwie prostych i jednakowej średnicy na każde przęsło,
6. kontrola pracy w nakazanym czasie, przewidzianym w organizacji, w jej zasadniczych fazach,
7. żądanie dobrego tempa pracy od podoficerów i saperów.

Komendant budowy mostu musi mieć swój odwód sił, środków i czasu dla skutecznej ingerencji podczas budowy.

Kontrolę czasów i techniki wykonania powinien przeprowadzać osobiście, lub przez swój poczet.

W ten sposób przemyślane obowiązki komendanta budowy mostu uchronią go od stanięcia wobec faktu dokonanego, przy stwierdzeniu złej i na czas nie wykonanej roboty, a natomiast pozwolą mu na stwierdzenie przyczyny niedomagań i dadzą możność ingerowania swoim odwodem dla usunięcia tych niedomagań w zarodku.

Komendant mostu bez odwodu sił i sprzętu — staje się biernym widzem, tak jak każdy dowódca taktyczny, który rozdzielił wszystkie swoje siły i środki.

Oficer materiałowy.

Jedną z najważniejszych czynności przy budowie mostu jest racjonalne i sprężyste zorganizowanie prac na placu materiałowym.

Oficer materiałowy jest w omawianym wypadku wykonawcą mostu, jeśli chodzi o jezdnię i ramy.

Ponieważ oba wymienione elementy mostowe w znacznym stopniu decydują o technicznej wartości mostu, należy dokładnie przemyśleć organizację pracy, która leży w jego kompetencji. Również musi on zapewnić wydawanie potrzebnych materiałów kierownikom budowy odcinków mostowych we właściwym czasie.

W danym wypadku oficer materiałowy oddał do dyspozycji kierowników budowy odcinków mostu ze swojej kompanii — kafary, łącznie z obsługą, a otrzymał do swojej dyspozycji część cieśli i kowali z pozostałych dwóch kompanii.

W pierwszym rzędzie oficer materiałowy powinien wykończyć szczegóły projektów poszczególnych ram (rysunki wykonawcze), a równocześnie powinien wydać kierownikom budowy materiał, potrzebny do zabijania pali i prac pomocniczych.

Poza tym oficer materiałowy swoimi środkami powinien zorganizować:

1. wyciąganie z rzeki drewna dla prac własnych i segregowanie tego materiału według jego przeznaczenia;
2. kontrolę nad wyciąganiem z wody i pobieraniem przez pozostałe kompanie materiału na pale, kaptury i materiał pomocniczy dla prac na kompanijnych placach materiałowych. Kontrola taka jest konieczna ze względu na racjonalne wykorzystanie materiału drzewnego;
3. wyrób śrub i bolców, potrzebnych do mostu;
4. uruchomienie prac trackich (tartak polowy, jeśli taki

został przydzielony, względnie tarcie ręczne) dla wyrobu kapturów, podwalin, oczepów itp.;

5. kilka warsztatów ciesielskich do wykonania i składania ram.

W artykule niniejszym chcemy specjalnie podkreślić konieczność dokładnego zorganizowania warsztatów ciesielskich do wykonywania ram.

Kolejność czynności przy wykonywaniu warsztatu ciesielskiego i składania na nim ram będzie następująca:

a) warsztat ciesielski (ryc. 7):
   — wyrównać do poziomu ziemię pod warsztat,
   — ułożyć 3 legary podwalinowe (1) równolegle do siebie, podkładając pod nie kawałki desek (2),
   — naciąć na legarach osie,
   — odmierzyć na legarach odległości równe wysokości słupów (bez czopów) budowanej ramy,
   — od końca legara bliższego podwaliny ramy na osiach legarów naciąć podziałkę (3) co 1 cm do $^1/_3$ długości legara,
   — ułożyć na legarach belki warsztatu ciesielskiego tak, aby zewnętrzne ich ściany były na wysokości skrajnych kresek podzialki na obu końcach legarów,
   — sprawdzić dokładnie równoległe ułożenie belek,
   — umocować legary i belki przy pomocy kołków (ryc. 7),
   — wyznaczyć na belkach oś ramy i osie poszczególnych słupów ramy, nacinając piłką kreski na krawędzi górnej belki i rysując kreski ołówkiem ciesielskim na krawędziach pionowych zewnętrznych;

b) budowa ram (ryc. 8, 9, 10 i 11).

Na tak przygotowanym warsztacie należy budować ramę w sposób następujący:

— rozłożyć słupy na wyznaczonych osiach, przyklamrować je do belek warsztatu i dopasować słupy zastrzałowe do słupów pionowych,
— za pomocą listwy (ryc. 8) zaznaczyć miejsca ucięcia słupów i kątownikiem stalowym obrysować miejsca zacięcia czopów,
— po ucięciu słupów obrysować czopy od czoła,
— ponumerować słupy z jednej strony,
— naciąć piłą słupy do głębokości czopa,
— rozklamrować i przewrócić słupy o 180°,
— przyklamrować ponownie i naciąć słupy z drugiej strony, a następnie analogicznie z dwóch następnych stron,
— po nadcięciu z czterech stron — wyrobić czopy,
— równolegle z powyższą pracą odmierzyć i wyrysować na oczepach i podwalinach osie gniazd dla czopów i za pomocą gniaździarek wykonać te gniazda,
— nasunąć przygotowany oczep i podwalinę na czopy słupów,
— nałożoną podwalinę i oczep docisnąć do słupów za pomocą dwóch łańcuchów, skręcając te ostatnie drążkami (ryc. 9),
— sprawdzić doleganie płaszczyzny podwaliny i oczepu do płaszczyzn czoła słupów. W wypadku nie dolegania (co przy dokładnej robocie nie może mieć miejsca) zaznaczyć wadliwe miejsce, dopasować i powtórnie ściągnąć łańcuchami,
— sprawdzić równoległość krawędzi podwaliny i oczepu, oraz prostopadłość do nich słupów,
— przyklamrować słupy do podwaliny i oczepu,
— nałożyć górny tężnik ukośny, oznaczyć podcięcia na tężniku, wykonać te podcięcia, po czym dokładnie dopasować (ryc. 10),

— po dopasowaniu górnego tężnika, przewiercić świdrem dziury, założyć i ściągnąć śruby,
— podnieść całą ramę i podłożyć dodatkowe klocki umożliwiające podsunięcie tężnika dolnego (ryc. 11),
— podsunąć tężnik dolny, obrysować wcięcia i dopasować go do słupów ramy,
— przewiercić dziury i skręcić śrubami,
— oznaczyć ramę numerem podpory,
— zdjąć ramę z warsztatu.

Jeśli następna rama o innej wysokości ma być wykonana na tym samym warsztacie, należy belkę podwalinową przesunąć po legarze o odpowiednią ilość centymetrów, sprawdzić jej równoległość do belki oczepowej i powtórnie umocować kołkami.

Następną ramę wykonywa się w analogiczny sposób jak wyżej opisaną.

W omawianym przez nas przykładzie gotowe ramy będą w całości przewiezione i ustawione na palach.

W wypadku montowania większych ram, przy podporach bardziej skomplikowanych, nie raz zajdzie konieczność montowania ram częściami na podporze jarzmowej. W tym wypadku, dla uniknięcia omyłek, należy wszystkie części składowe ram ponumerować jednostronnie, tj. w jednej płaszczyźnie.

Przy budowie omawianego przez nas mostu przyjęliśmy pracę nad ramami na czterech warsztatach ciesielskich.

Jak z wyżej podanych obowiązków oficera materiałowego i prac na placu materiałowym widać — organizacja ich tylko wtedy da gwarancję solidnego wykonania i to w nakazanym terminie, jeśli będzie ona sprawną i ściśle kontrolowaną przez oficera materiałowego.

Kierownicy odcinków budowy mostu.

Kierownicy odcinków budowy mostu na swoim szczeblu powinni dokładnie rozpracować organizację pracy otrzymaną od komendanta budowy mostu.

Kierownicy odcinków budowy mostu przed rozpoczęciem pracy powinni osobiście skontrolować sprzęt zmechanizowany.

Kontrola nie powinna ograniczać się tylko do uruchomienia sprzętu przed budową, lecz należy również sprawdzić wszystkie części składowe i zamienne.

Drugim, niezmiernie ważnym czynnikiem jest zapewnienie dostawy materiałów na czas, tak z własnych placów materiałowych, jak i placu materiałowego, będącego pod kierownictwem oficera materiałowego.

Wszyscy zastępowi muszą sobie dokładnie zdawać sprawę ze sposobu i kolejności prac na ich szczeblu.

Kierownicy odcinków budowy mostu muszą zwrócić specjalną uwagę na:

— budowę jarzm prostopadle do osi mostu i dobre dobicie pali;
— nakazaną w projekcie wysokość ucięcia pali nad płaszczyzną lustra wody i równolegle do niej;
— dokładne dopasowanie kapturów do pali (pal musi dolegać do kaptura całą swoją płaszczyzną);
— dobre dopasowanie tężników z tym, że wycięcia należy robić wyłącznie w tężnikach bez osłabiania pali;
— założenie w pierwszej fazie tylko niezbędnie koniecznych śrub. Reszta śrub będzie założona po otwarciu ruchu na moście;
— przygotowanie zawczasu stężeń prowizorycznych dla utrzymania w pionie ustawianych ram;

— dokładne przemyślenie sposobu stawiania ram, a w związku z tym przygotowania członów, materiałów i sprzętu pomocniczego;
— przygotowanie tężników skośnych podłużnych, stężających dwie sąsiednie ramy wzdłuż osi mostu. Tężniki te muszą być dopasowane i przymocowane na krzyż (4 szt.) do słupów wewnętrznych ram;
— przygotowanie pochylni, lin, wielokrążników itp. do wciągania belek głównych bezpośrednio z rzeki dla zaoszczędzenia sił zastępom donoszącym;
— dopasowanie belek głównych na kapturach podpór, w celu uniknięcia uskoków (belki na placu materiałowym muszą być dobrane średnicami na każde przęsło);
— dokładne wykonanie nawierzchni, krawężników, podciągów i poręczy.

Źle dopasowana jezdnia przy najlepiej wykonanej pozostałej robocie wpływa destrukcyjnie na cały most, a w szczególności na jego sztywność.

Kierownicy budowy odcinków muszą stale kontrolować czasy w poszczególnych fazach pracy i stale się orientować w przyczynach ewentualnych niedomagań, w celu zapobiegnięcia temu przy dalszych fazach pracy.

Przy budowie omawianego mostu podajemy dwa sposoby stawiania ram, a mianowicie:

Pierwszy sposób:

Ramy gotowe są ułożone na pokładzie członu, przytransportowane do jarzma i podnoszone na miejscu za pomocą wielokrążków i lin (lub ręcznie za pomocą samych lin).

Sposób podnoszenia podany jest na ryc. 12.

Drugi sposób:

W wypadku, gdy dojazd członami do brzegu (placu materiałowego) jest dogodny, ramę ustawiamy na członie w pozycji pionowej, opierając ją o świece kafaru i kobylice,

dla tego celu zbudowane po obu stronach świecy. (Druga strona członu powinna być zrównoważona belkami).

Do podnoszenia ram, dla ustawienia ich na palach jarzma, powinna być na członie ustawiona winda budowlana (windy kafarowe do tego celu, ze względu na ciężar ram — nie nadają się).

Ustawienie ram tym sposobem jest uwidocznione na ryc. 13.

Jak w jednym, tak i w drugim wypadku, po ustawieniu ramy na palach jarzma należy ją za pomocą skośnych tężników prowizorycznych stężyć z ramą, ustawioną na sąsiedniej podporze.

Po założeniu tężników prowizorycznych należy na nowopowstałe przęsło założyć belki główne (od czoła lub za pomocą pochylni z wody).

W celu stężenia ram górą trzeba co najmniej dwie belki główne skrajne sklamrować z oczepami ram.

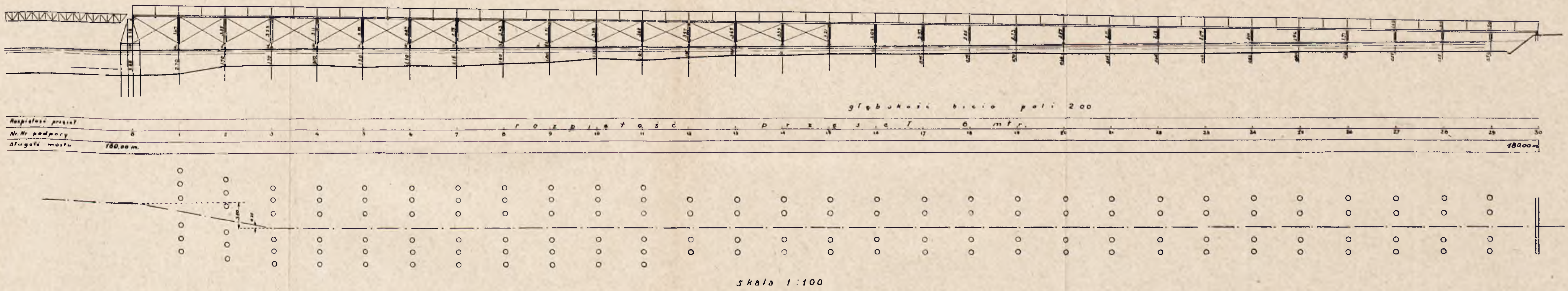
Dalszą czynnością, poza układaniem jezdni, będzie nawiercenie skośnych dziur przez podwalinę ramy do pali jarzma i zabicie sworzni.

Uwagi końcowe.

Na zakończenie chcemy podkreślić te główne czynniki, które wpływają na dokładne wykonanie mostu pod względem technicznym oraz na czas jego wykonania.

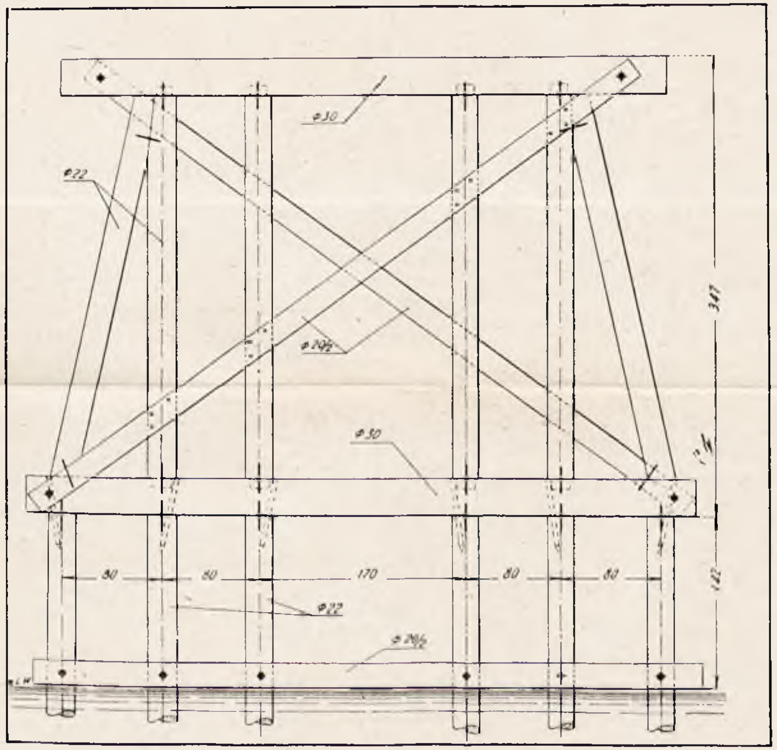
Będą nimi:

— szybkie i dokładne wykonanie pomiarów;
— właściwa organizacja pracy, a przez to wykorzystanie wszystkich sił i środków, postawionych do dyspozycji komendanta mostu;
— rozpracowanie organizacji i ustalenie w niej kolejnych

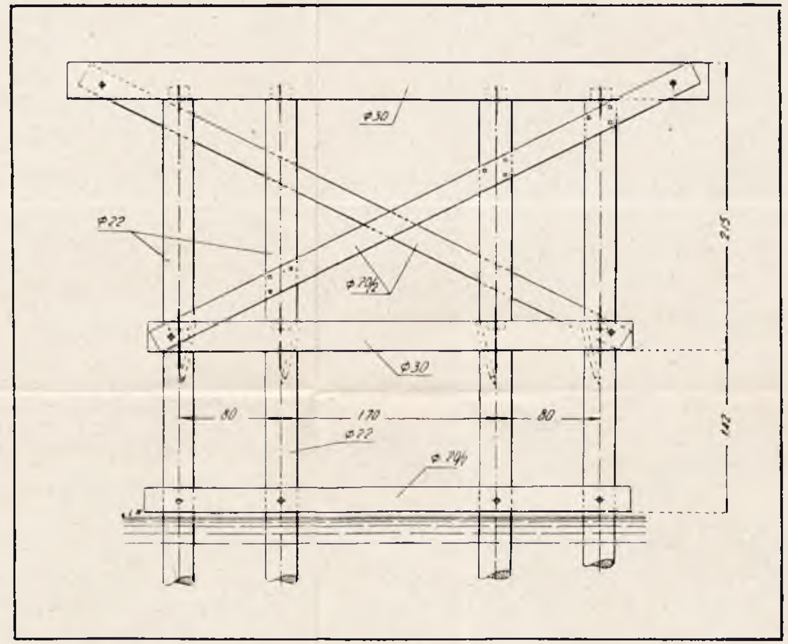


głębokość bicia pali 2.00
Rozpiętość przęseł
rozpiętość przęseł 6 mtr.
Nr. Nr podpory
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
Długość mostu
180.00 m.
180.00 m.
skala 1:100

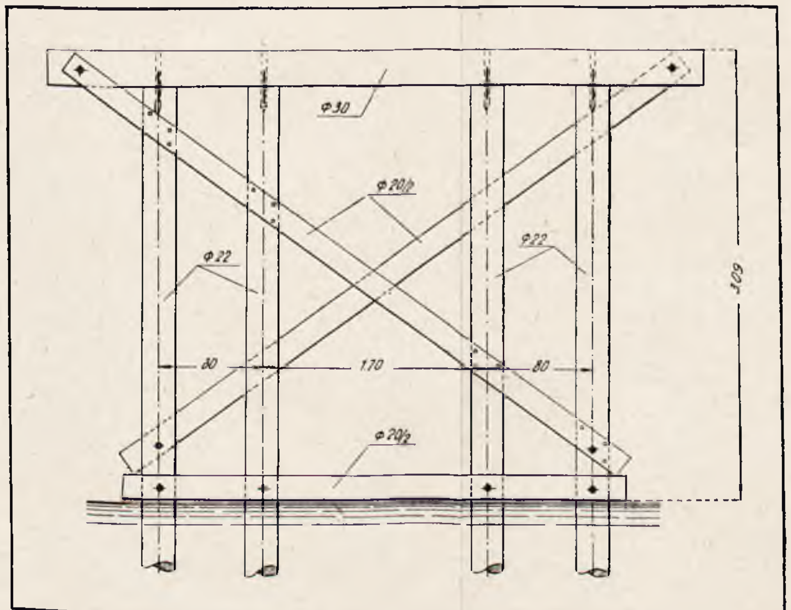
Ryc. 8.



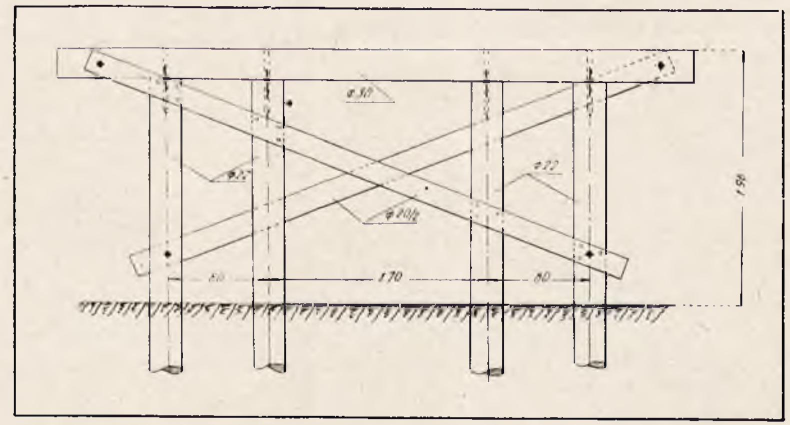
Ryc. 4a.



Ryc. 4b.

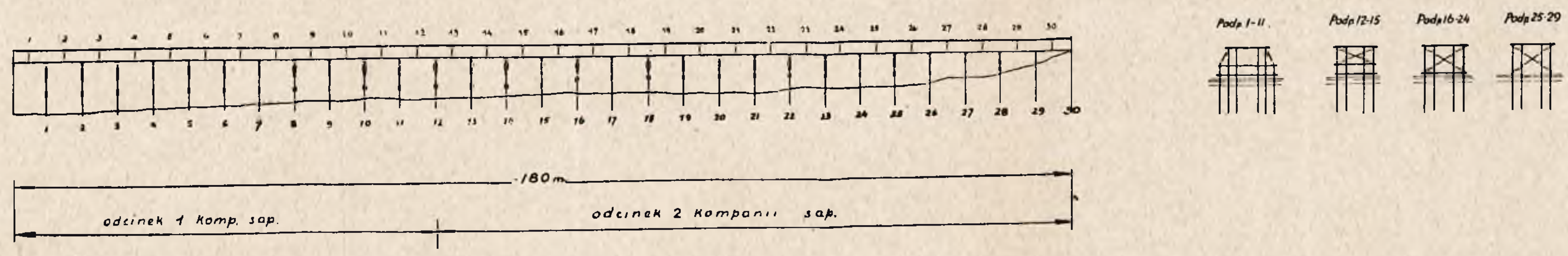


Ryc. 4c.



Ryc. 4d.

Projekt organizacji pracy przy budowie dywizyjnego mostu polowego 5-8 ton przy wysokości podpór 4-6 m



Godziny 11–12 (wszystkie kompanie): *Uporządkowanie, konserwacja i przekazanie sprzętu II-ej zmianie*

1-sza Kompania

L. p.	Czynności	I-sza zmiana (godziny 1–10)	II-ga zmiana (godziny 13–22)
1	Wyciąganie materiału z wody	5÷24, 4÷16, 3÷11	
2	Prace na placu materiałowym (przygotowanie pali, kleszczy, łączników i t. p. i odwód	3÷18, 2÷14, 2÷6	2÷8
3	Przygotowanie członu pod kafar „M1" i ustawienie kafara	1÷8	
4	Przygotowanie członu pod kafar „M2" i ustawienie kafara	1÷8	
5	Zabijanie pali kafarem „M1"	1÷8: 1 podp, 2 podp, 3 podp, 4 podp, 5 podp	1÷8: 11 podp, 12 podp.
6	Zabijanie pali kafarem „M2"	1÷8: 6 podp, 7 podp, 8 podp, 9 podp, 10 podp	
7	Rozbiórka kafarów „M1", „M2" i konserwacja sprzętu		1÷8
8	Dowożenie pali	1÷4	1÷4
9	Przygotowanie członu pod ramy, dowożenie i ustawianie ram	1÷8	4÷18
10	Zakładanie prowizorycznych stężeń podłużnych	1÷5	1÷5
11	Donoszenie i zakładanie belek	2÷8÷8÷2÷10	1÷10, 2÷14, 3÷18
12	Nawiercanie dziur i zakładanie sworzni	1÷3	1÷3
13	Zakładanie stężeń podłużnych		1÷5
14	Zakładanie kleszczy		1÷4
15	Zakładanie podciągów		1÷4
16	Donoszenie i układanie dyliny		2÷10
17	Zakładanie krawężników i poręczy		1÷7
18	Odwód	1÷6	1÷4, 1÷6
19	Łódź ratunkowa	1÷3	1÷3

Uwagi:

1) Przyjęto że 1 Komp. oddała do 3 Komp. ze swego składu część cieśli i kowali a natomiast z 3 Kompanii otrzymała obsługę kafarów oraz wzamian tyle saperów aby posiadała swój normalny stan.

2) Człony kafarowe zostały zabudowane z materiału podręcznego (belki nośne) ze względu na rozstaw osiowy podpór (6 m)

2-ga Kompania

L. p.	Czynności	I-sza zmiana (godziny 1–10)	II-ga zmiana (godziny 13–22)
1	Wyciąganie materiału z wody	4÷20, 3÷16, 2÷13	
2	Prace na placu materiałowym (przygotowanie pali, kapturów, kleszczy, łączników i t. p.)	4÷15, 3÷10, 3÷17	2÷14, 1÷6
3	Przygotowanie członu pod kafar „M3" i ustawienie kafara	1÷8	
4	Przygotowanie członu pod kafar „M4" i ustawienie kafara	1÷8	
5	Zabijanie pali kafarem „M3"	1÷8: podp 29, podp 28, podp 27, podp 26, podp 25, podp 24, podp 23, podp 22	
6	Zabijanie pali kafarem „M4"	1÷8: podp 21, podp 20, podp 19, podp 18, podp 17, podp 16, podp 15, podp 14	
7	Ułożenie progu	1÷5	
8	Dowożenie pali	1÷5	1÷2
9	Zakładanie prowizorycznych stężeń podłużnych na podp. 13, 14, 15	2÷6	1÷12
10	Zakładanie kapturów i ram na podporze 13, 14 i 15	1÷4	2÷12
11	Nawiercanie dziur i zakładanie sworzni	1÷3	1÷3, 2÷6
12	Donoszenie i zakładanie belek		1÷10, 2÷16
13	Zakładanie kleszczy		2÷4
14	Zakładanie podciągów		1÷4
15	Donoszenie i zakładanie dyliny		1÷8, 2÷14
16	Zakładanie krawężników i poręczy		1÷4, 3÷10
17	Odwód	1÷6	1÷6
18	Łódź ratunkowa	1÷3	1÷3

Uwaga - jak dla 1-ej Kompanii

3-cia Kompania

L. p.	Czynności	I-sza zmiana (godziny 1–10)	II-ga zmiana (godziny 13–22)
1	Wyciąganie materiału z wody. Segregacja materiału i pierwsza obróbka.	6÷42, 5÷30, 4÷16	
2	Tarcie belek na podwaliny i oczepy do ram na łączniki	1÷12	1÷12
3	Prace kowalskie (śruby, bolce)	4÷8	4÷8
4	Budowa 4 warsztatów ciesielskich	4÷16	
5	Budowa ram	4÷16	4÷16
6	Pomoc 1 Komp. przy donoszeniu i zakładaniu belek		1÷4, 1÷6, 1÷4, 2÷10
7	Pomoc 2 Komp. przy donoszeniu i zakładaniu belek		1÷6, 3÷10
8	Pomoc 1 Komp. przy układaniu dyliny		1÷6, 8, 3÷18
9	Pomoc 2 Komp. przy układaniu dyliny		4, 1÷10
10	Pomoc obu kompaniom przy pracach końcowych (zakładanie krawężników poręczy, podciągów, kleszczy i t. p.)		3÷14, 4÷24, 8÷32
11	Odwód Komendanta mostu	1÷10	1÷10

Ryc. 5.

Przęsło 0-1

Nr kol.	Wyszczególnienie	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	Pale	6	7	42.0	0.22	0.0380	1.5960
2	Słupy ramy	4	3.4	13.6	0.22	0.0380	0.5168
3	Zastrzały ramy	2	3.8	7.6	0.22	0.0380	0.2888
4	Oczep	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	Podwalina	1	5.5	5.5	0.30	0.0707	0.3889
6	Teżniki ramy	2/1	6.5	6.5	0.20/2	0.0314	0.3040
7	Kleszcze podpory	2/1	5.5	5.5	-"-	0.0314	0.1727
8	Belki	5	7.0	35.0	0.30	0.0707	2.4745
9	Pokład	28/14	4.5	63.0	0.22/2	0.0380	2.3940
10	Krawężniki	2	6.5	13.0	0.16	0.0201	0.2613
11	Słupki poręczowe	6	1.3	7.8	0.12	0.0113	0.0881
12	Zastrzały -"-	6	1.3	7.8	0.12	0.0113	0.0881
13	Pochwyty -"-	2	6.5	13.0	0.12	0.0113	0.1464
14	Podciągi	1	4.5	4.5	0.30	0.0707	0.3182
15	Teżniki podłużne	2	7.0	14.0	0.15	0.0200	0.2800
	Razem na przęsło						9.5939
	Razem na most						

Przęsło 1-2

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	6	6.6	39.6	0.22	0.0380	1.5048
2	4	3.4	13.6	-"-	-"-	0.5168
3	2	3.8	7.6	-"-	-"-	0.2888
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.3889
6	2/1	6.5	6.5	0.20/2	0.0314	0.2041
7	2/1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.1727
8	5	7.0	35.0	0.30	0.0707	2.4745
9	28/14	4.5	63.0	0.22/2	0.0380	2.3940
10	2	6.5	13.0	0.16	0.0201	0.2613
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.5	13.0	-"-	-"-	0.1467
14	1	4.5	4.5	0.30	0.0707	0.3182
15	2	7.0	14.0	0.15	0.0200	0.2800
Razem						9.4441

Przęsło 2-3

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	6	6.3	37.8	0.22	0.0380	1.4364
2	4	3.2	12.8	-"-	-"-	0.4864
3	2	3.6	7.2	-"-	-"-	0.2736
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.3889
6	2/1	6.5	6.5	0.20/2	0.0314	0.2041
7	2/1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.1727
8	5	7.0	35.0	0.30	0.0707	2.4745
9	28/14	4.5	63.0	0.22/2	0.0380	2.3940
10	2	6.5	13.0	0.16	0.0201	0.2613
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.5	13.0	-"-	-"-	0.1469
14	1	4.5	4.5	0.30	0.0707	0.3182
15	2	7.0	14.0	0.15	0.0200	0.2800
Razem						9.3081

Przęsło 3-4

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	6	6.2	37.2	0.22	0.0380	1.4136
2	4	3.1	12.4	-"-	-"-	0.4712
3	2	3.5	7.0	-"-	-"-	0.2660
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.3889
6	2/1	6.0	6.0	0.20/2	0.0314	0.1884
7	2/1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.1727
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2878
15	2	7.0	14.0	0.15	0.0200	0.2800
Razem						8.7851

Przęsło 4-5

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	6	6.1	36.6	0.22	0.0380	1.3908
2	4	3.0	12.0	-"-	-"-	0.4560
3	2	3.4	6.8	-"-	-"-	0.2588
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.3889
6	2/1	6.0	6.0	0.20/2	0.0314	0.1884
7	2/1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.1727
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15	2	7.0	14.0	0.15	0.0200	0.2800
Razem						8.7395

Przęsło 5-6

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	6	6.0	36.0	0.22	0.0380	1.3680
2	4	2.8	11.2	-"-	-"-	0.4256
3	2	3.2	6.4	-"-	-"-	0.2432
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.3889
6	2/1	6.0	6.0	0.20/2	0.0314	0.1884
7	2/1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.1727
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2482
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15	2	7.0	10.0	0.15	0.0200	0.2800
Razem						8.6711

Przęsło 6-7

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	6	5.8	34.8	0.22	0.0380	1.3224
2	4	2.7	10.8	-"-	-"-	0.4104
3	2	3.1	6.2	-"-	-"-	0.2356
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3635
5	1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.3889
6	2/1	6.0	6.0	0.20/2	0.0314	0.1884
7	2/1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.1727
8	5	6.6	30.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15	2	7.0	14.0	0.15	0.0200	0.2800
Razem						8.6027

Przęsło 7-8

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	6	5.6	33.6	0.22	0.0380	1.2768
2	4	2.6	10.4	-"-	-"-	0.3952
3	2	3.0	6.0	-"-	-"-	0.2280
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.3889
6	2/1	6.0	6.0	0.20/2	0.0314	0.1824
7	2/1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.1727
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15	2	7.0	14.0	0.15	0.0200	0.2800
Razem						

Przęsło 8-9

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	6	5.4	32.4	0.22	0.0380	1.2312
2	4	2.5	10.0	-"-	-"-	0.3800
3	2	2.9	5.8	-"-	-"-	0.2204
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.3889
6	2/1	6.0	6.0	0.20/2	0.0314	0.1884
7	2/1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.1727
8	5	6.0	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15	2	7.0	14.0	0.15	0.0200	0.2800
Razem						8.5343

Przęsło 9-10

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	6	5.3	31.8	0.22	0.0380	1.2084
2	4	2.3	9.2	-"-	-"-	0.3426
3	2	2.8	5.6	-"-	-"-	0.2128
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.3839
6	2/1	5.4	5.4	0.20/2	0.0314	0.1696
7	2/1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.1727
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15	2	7.0	14.0	0.15	0.0200	0.2880
Razem						8.4659

Żelazo – przęsło 0-1

Nr kol.	Wyszczególnienie	Ilość	Wymiary w mm ϕ	Wymiary w mm l	Ciężar kg
15	Śruba podpory	10	20	l = 350	10.5
16	Śruba podciągowa	5	20	l = 650	14.0
17	Klamra ciesielska	48			24.0
18	Klamra krzyżowa	18			9.0
19	Gwoździe 8"	250			15.0
20	Gwoździe 10"	40			3.5
21	Sworznie	6	25	l = 500	30.0
22	Trzewiki	6			30.0
23	Obręcze	2			4.0
	Razem na przęsło				140.0
	Razem na most				

Przęsło	Ciężar kg
1-2: Jak w przęśle 0-1	140.0
2-3: Jak w przęśle 0-1	140.0
3-4: Jak w przęśle 0-1	140.0
4-5: Jak w przęśle 0-1	140.0
5-6: Jak w przęśle 0-1	140.0
6-7: Jak w przęśle 0-1	140.0
7-8: Jak w przęśle 0-1	140.0
8-9: Jak w przęśle 0-1	140.0
9-10: Jak w przęśle 0-1	140.0

Przęsło 10-11

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	6	5.2	31.2	0.22	0.0380	1.1856
2	4	2.2	8.8	-"-	-"-	0.3344
3	2	2.7	5.4	-"-	-"-	0.2052
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.3889
6	2/1	5.4	5.4	0.20/2	0.0314	0.1696
7	2/1	5.5	5.5	-"-	-"-	0.1717
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15	2	7.0	14.0	0.15	0.0200	0.2800
Razem						8.3401

Przęsło 11-12

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	5.0	20.0	0.22	0.0380	0.7600
2	4	2.1	8.4	-"-	-"-	0.3192
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	1	3.8	3.8	0.30	-"-	0.2687
6	2/1	5.4	5.4	0.20/2	0.0314	0.1696
7	2/1	3.8	3.8	-"-	-"-	0.1193
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15	2	7.0	14.0	0.15	0.0200	
Razem						7.5211

Przęsło 12-13

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	4.8	19.2	0.22	0.0380	0.7296
2	4	2.0	8.0	-"-	-"-	0.3040
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	1	3.8	3.8	0.30	-"-	0.2687
6	2/1	5.4	5.4	0.20/2	0.0314	0.1696
7	2/1	3.8	3.8	-"-	-"-	0.1193
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15	2	7.0	14.0	0.15	0.0200	0.2800
Razem						7.4755

Przęsło 13-14

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	4.7	18.8	0.22	0.0380	0.7144
2	4	1.9	7.6	-"-	-"-	0.2888
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	1	3.8	3.8	0.30	-"-	0.2687
6	2/1	5.4	5.4	0.20/2	0.0314	0.1696
7	2/1	3.8	3.8	-"-	-"-	0.1193
8	5	6.0	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15	2	7.0	14.0	0.15	0.0200	0.2800
Razem						7.4451

Przęsło 14-15

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	4.60	18.4	0.22	0.0380	0.6992
2	4	1.7	6.8	-"-	-"-	0.2584
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	1	3.8	3.8	0.30	-"-	0.2687
6	2/1	5.4	5.4	0.20/2	0.0314	0.1696
7	2/1	3.8	3.8	-"-	-"-	0.1193
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15	2	7.0	14.0	0.15	0.0200	0.2800
Razem						7.3995

Przęsło 15-16

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	6.0	24.0	0.22	0.0380	0.9120
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	–					
6	2/1	6.0	6.0	0.20/2	0.0314	0.1884
7	2/1	3.8	3.8	-"-	-"-	0.1193
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.7652

Przęsło 16-17

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	5.5	22.0	0.22	0.0380	0.8360
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	–					
6	2/1	6.0	6.0	0.20/2	0.0314	0.1884
7	2/1	3.8	3.8	-"-	-"-	0.1193
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.7580

Przęsło 17-18

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	5.4	21.6	0.22	0.0380	0.8208
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	–					
6	2/1	6.0	6.0	0.20/2	0.0314	0.1884
7	2/1	3.8	3.8	-"-	-"-	0.1193
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.7328

Przęsło 18-19

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	5.2	20.8	0.22	0.0380	0.7904
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	–					
6	2/1	6.0	6.0	0.20/2	0.0314	0.1884
7	2/1	3.8	3.8	-"-	-"-	0.1193
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.7024

Przęsło 19-20

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	5.1	20.4	0.22	0.0380	0.7752
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	–					
6	2/1	5.5	5.5	0.20/2	0.0314	0.1727
7	2/1	3.8	3.8	-"-	0.0314	0.1193
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.6715

Żelazo – przęsła 10-11 do 19-20

10-11: Jak w przęśle 0-1 — Ciężar kg: 140.0

Przęsło 11-12:

Ilość	Wymiary w mm ϕ	Wymiary w mm l	Ciężar w kg
10	20	l = 350	10.5
5	20	l = 650	14.0
38			19.0
18			9.0
250			15.0
40			3.5
4	25	500	2.0
4			20.0
2			4.0
			115.0

Przęsło	Ciężar w kg
12-13: Jak w przęśle 11-12	115.0
13-14: Jak w przęśle 11-12	115.0
14-15: Jak w przęśle 11-12	115.0

Przęsło 15-16:

Ilość	Wymiary w mm ϕ	Wymiary w mm l	Ciężar w kg
10	20	l = 350	10.5
5	20	l = 650	14.0
38			19.0
9			4.5
250			15.0
40			3.5
4			1.0
4			20.0
2			4.0
			91.5

Przęsło	Ciężar w kg
16-17: Jak w przęśle 15-16	91.5
17-18: Jak w przęśle 15-16	91.5
18-19: Jak w przęśle 15-16	91.5
19-20: Jak w przęśle 15-16	91.5

Przęsło 20-21

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	5.0	20.0	0.22	0.0380	0.7600
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	–					
6	2/1	5.5	5.5	0.20/2	0.0314	0.1727
7	2/1	3.8	3.8	-"-	0.0314	0.1193
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	0.0113	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	0.0113	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.6563

Przęsło 21-22

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	4.9	19.6	0.22	0.0380	0.7508
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	–					
6	2/1	5.5	5.5	0.20/2	0.0314	0.1727
7	2/1	3.8	3.8	-"-	0.0314	0.1193
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.28/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.6471

Przęsło 22-23

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	4.0	19.6	0.22	0.0380	0.7508
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	–					
6	2/1	5.4	5.4	0.20/2	0.0314	0.1696
7	2/1	3.8	3.8	-"-	0.0314	0.1193
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.6440

Przęsło 23-24

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	4.8	19.2	0.22	0.0380	0.7356
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	–					
6	2/1	5.4	5.4	0.20/2	0.0314	0.1696
7	2/1	3.8	3.8	-"-	0.0314	0.1193
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.6288

Przęsło 24-25

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	4.6	18.4	0.22	0.0380	0.6992
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	–					
6	2/1	5.3	5.3	0.20/2	0.0314	0.1665
7	–					
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.4700

Przęsło 25-26

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	4.5	18.0	0.22	0.0380	0.6840
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	–					
6	2/1	5.3	5.3	0.20/2	0.0314	0.1665
7	–					
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.4348

Przęsło 26-27

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	4.7	18.8	0.22	0.0380	0.7144
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	–					
6	2/1	5.2	5.2	0.20/2	0.0314	0.1633
7	–					
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.5032

Przęsło 27-28

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	4.8	19.2	0.22	0.0380	0.7356
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	–					
6	2/1	5.2	5.2	0.20/2	0.0314	0.1633
7	–					
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.5254

Przęsło 28-29

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	4.8	19.2	0.22	0.0380	0.7356
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3536
5	–					
6	2/1	5.1	5.1	0.20/2	0.0314	0.1602
7	–					
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.5225

Przęsło 29-30

Nr kol.	Ilość n sztuk	l m	n·l m	d m	Przekrój F m²	Objętość O m³
1	4	4.0	16.0	0.22	0.0380	0.6080
2	–					
3	–					
4	1	5.0	5.0	0.30	0.0707	0.3535
5	–					
6	2/1	5.1	5.1	0.20/2	0.0314	0.1602
7	–					
8	5	6.6	33.0	0.30	0.0707	2.3331
9	28/14	4.0	56.0	0.22/2	0.0380	2.1280
10	2	6.2	12.4	0.16	0.0201	0.2492
11	4	1.3	5.2	0.12	0.0113	0.0588
12	4	1.3	5.2	-"-	-"-	0.0588
13	2	6.2	12.4	-"-	-"-	0.1401
14	1	4.0	4.0	0.30	0.0707	0.2828
15						
Razem						6.3725
						225.7112
+ 20% na odpadki						45.1554
Razem						271 m³

Żelazo – przęsła 20-21 do 29-30

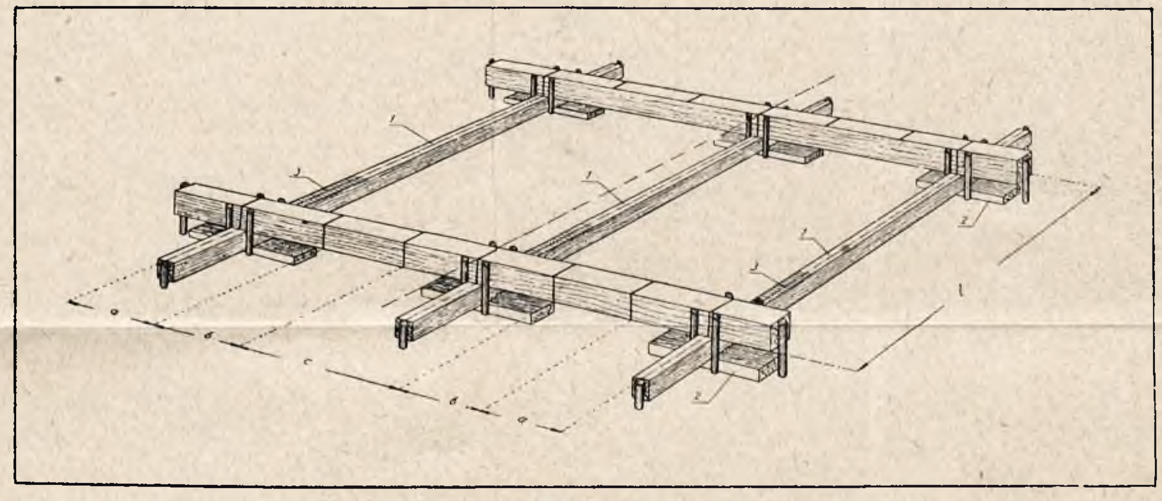
Przęsło	Ciężar w kg
20-21: Jak w przęśle 15-16	91.5
21-22: Jak w przęśle 15-16	91.5
22-23: Jak w przęśle 15-16	91.5
23-24: Jak w przęśle 15-16	91.5

Przęsło 24-25:

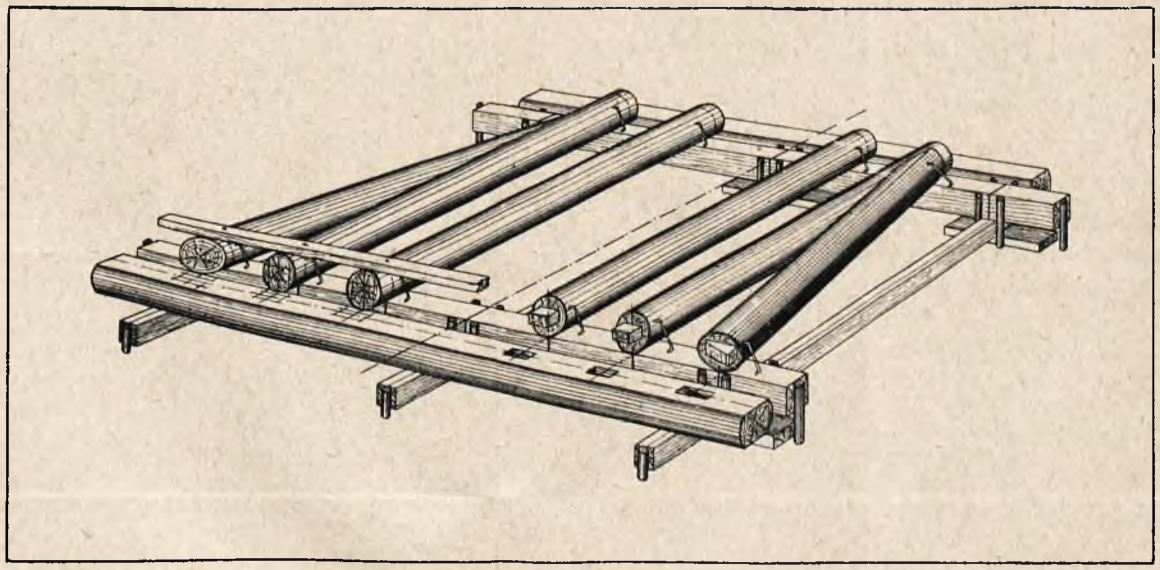
Ilość	Wymiary w mm ϕ	Wymiary w mm l	Waga w kg
10	20	l = 550	10.5
5	20	l = 650	14.0
30			15.0
9			4.5
250			15.0
40			3.5
4			1.0
4			20.0
2			4.0
			87.5

Przęsło	Ciężar w kg
25-26: Jak w przęśle 24-25	87.5
26-27: Jak w przęśle 24-25	87.5
27-28: Jak w przęśle 24-25	87.5
28-29: Jak w przęśle 24-25	87.5
29-30: Jak w przęśle 24-25	87.5
	3640

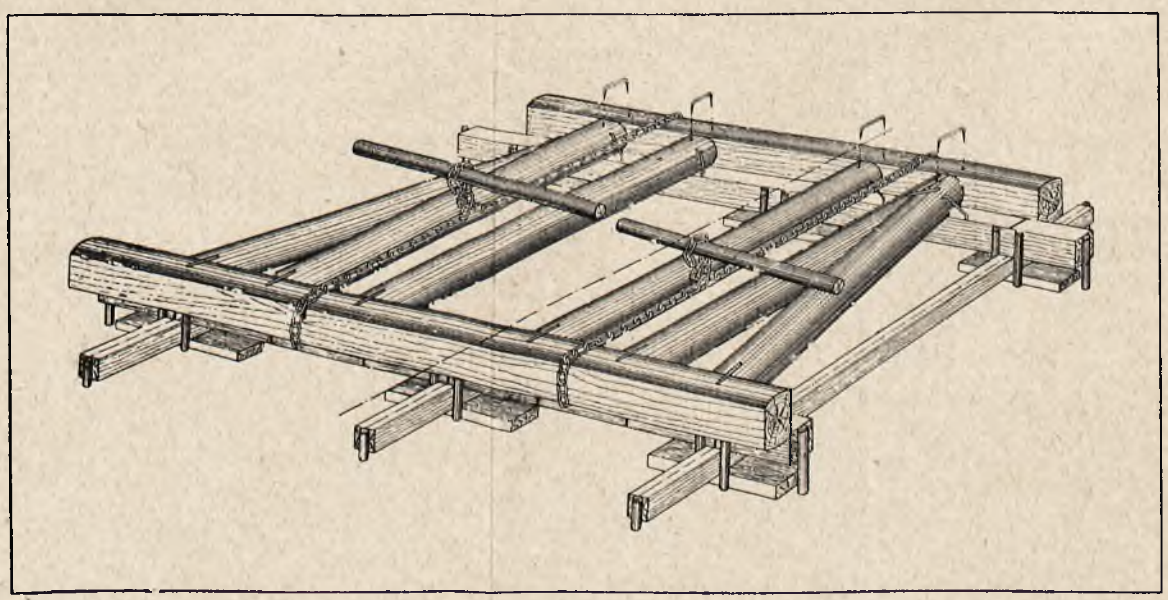
Ryc. 6.



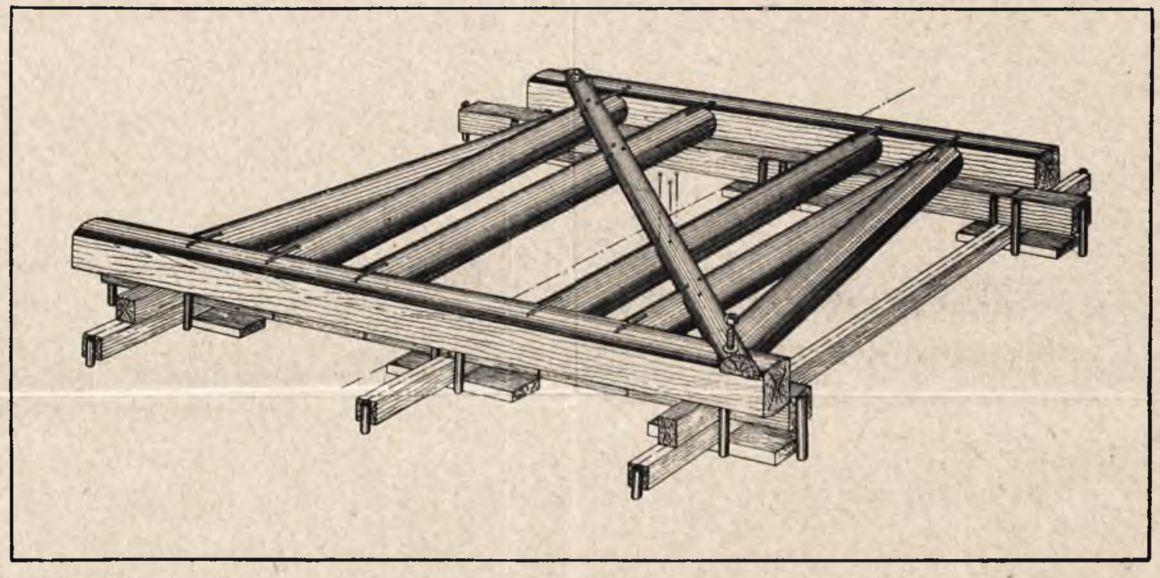
Ryc. 7.



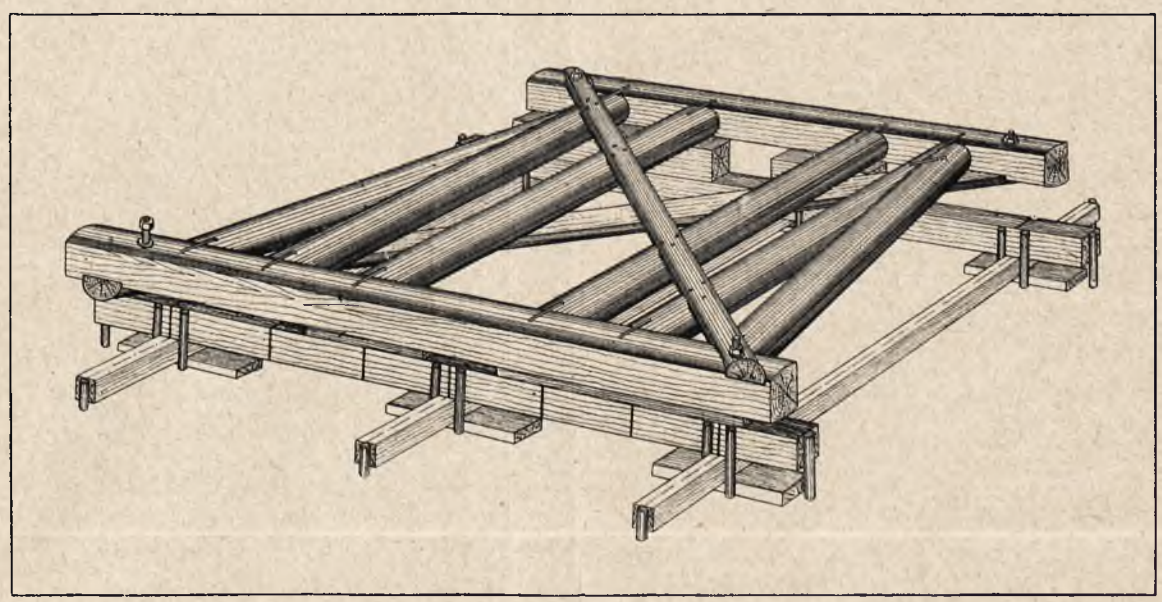
Ryc. 8.



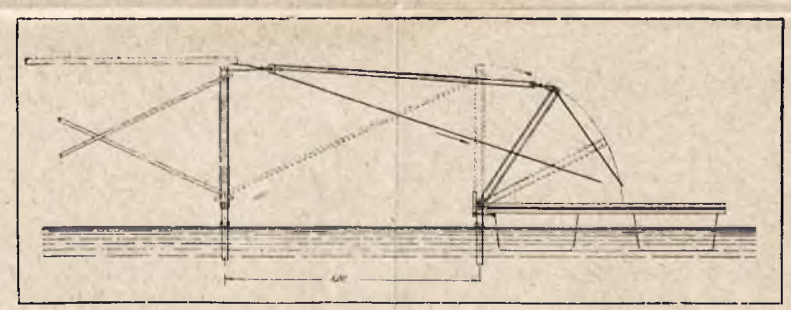
Ryc. 9.



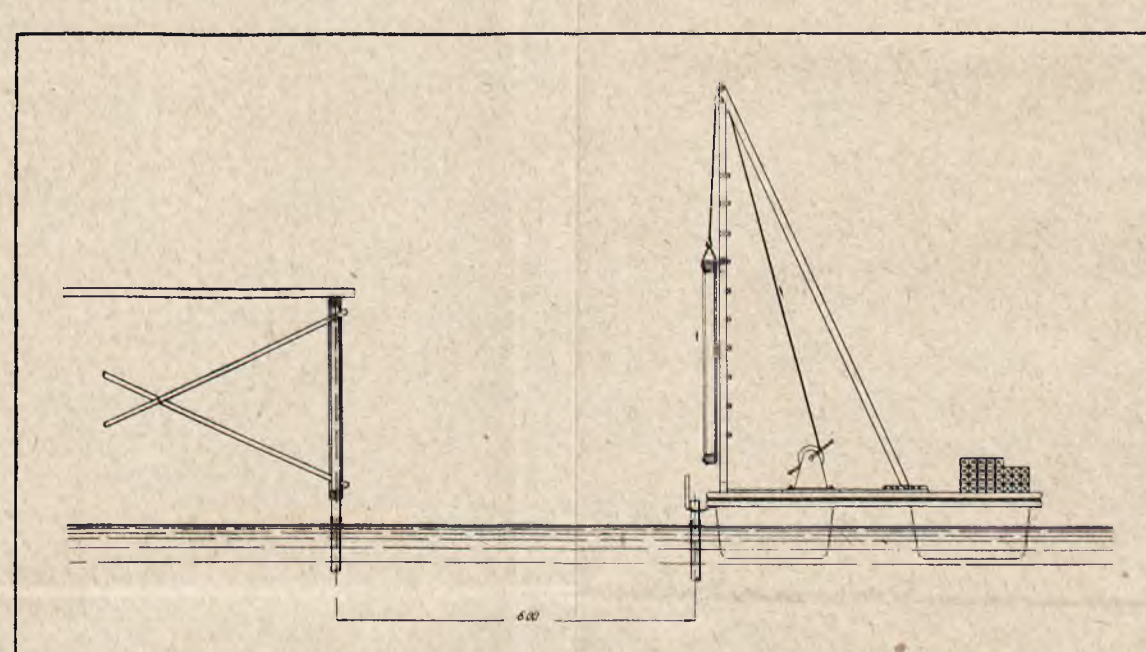
Ryc. 10.



Ryc. 11.



Ryc. 12.



Ryc. 13.

prac wszystkich zastępowych w poszczególnych fazach budowy;

— właściwa ocena i rozgraniczenie niezbędnych prac, które są konieczne do wykonania przed otwarciem ruchu na moście i prac, które mogą być wykonane po otwarciu ruchu (np. uzupełnienia śrub, tężników, wykończenie poręczy itp.).

MJR KAROL KLECZKE.

DZIAŁANIE POCISKóW NA BETON.

W pracy pt. „Obliczanie płyt żelbetowych na działanie pocisków“, drukowanej w „Saperze“ w roku 1933, podałem zasady obliczania działania pocisków na obiekty żelbetowe, na podstawie materiału, którym rozporządzałem w owym czasie. Od tego czasu miałem możność zapoznania się bliżej z dość pokaźnym materiałem doświadczalnym z tej dziedziny, ponadto ukazał się w ostatnich latach szereg prac, przeważnie niemieckich, rzucających nowe światło na niektóre problemy.

Skłoniło mnie to do tego gruntownego przepracowania podanej przeze mnie poprzednio metody obliczania, zwłaszcza odnośnie działania wybuchowego pocisków, które, jak wykazują doświadczenia, wywiera poważny wpływ na całokształt zniszczenia, powodowanego przez ostre pociski.

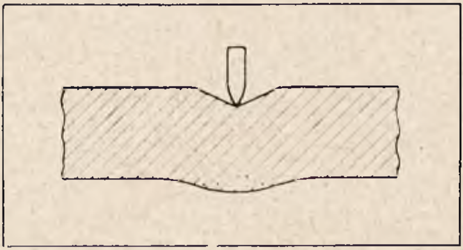
W związku z tym uważam za wskazane opublikować, w nowym ujęciu, sposób obliczania stropów i ścian narażonych na bezpośrednie działanie pocisków, to jest tych elementów schronu, w których wybuch pocisku współdziała z jego siłą uderzeniową.

1. *Działanie siły żywej pocisku.*

W działaniu ostrego pocisku artyleryjskiego można rozróżnić dwa zasadnicze momenty: działanie uderzeniowe i działanie wybuchowe.

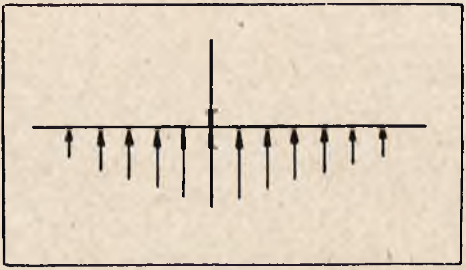
Dla ułatwienia sobie pracy rozpatrzymy oba te zjawiska najpierw oddzielnie, a następnie omówimy ich efekt sumaryczny.

Przy uderzeniu pocisku w płytę żelbetową zauważamy przede wszystkim, jako najbardziej charakterystyczny efekt, powstanie leja, to znaczy zjawisko drążenia, wywołane siłą żywą pocisku (ryc. 1).



Ryc. 1.

Drugim, mniej rzucającym się w oczy i zresztą nie zawsze występującym w sposób dostrzegalny zjawiskiem jest gięcie. Gięcie tu zachodzące ma jednak zupełnie inny charakter niż przy obciążeniach statycznych.



Ryc. 2.

Ilustruje to rycina 2. Uwidocznione na niej siły reakcji wywołane są bezwładnością materii i mają zupełnie odmienny układ, niż przy normalnym gięciu, gdzie występują one głównie w pobliżu podpór. Mamy tu zjawisko raczej zbli-

żone do przebijania. W wyraźny sposób obserwujemy je podczas strzelania z pistoletu do szyby: szyba będzie przebita, a nie rozbita (złamana), gdyż efekt gnący nie zdążył się tu rozwinąć. W płycie żelbetowej zjawisko to nie występuje tak wyraźnie i mamy tu do czynienia z pewnego rodzaju wybrzuszeniem, często dość pokaźnym (10 — 60 cm).

Wreszcie trzecim zjawiskiem, które występuje w mniej lub więcej wyraźny sposób, jest tworzenie się odprysków na dolnej płaszczyźnie stropu.

Poza wymienionymi wyżej objawami, które noszą charakter lokalny, powstają jeszcze często rysy, rozchodzące się nieraz na kilka, a nawet kilkanaście metrów od miejsca trafienia pocisku.

Z powyższych zjawisk jedynie drążenie leja przez pocisk zostało ujęte we wzory o pewnej wartości praktycznej. Wzory te przeważnie dadzą się sprowadzić do następującej postaci:

$$h = \frac{P}{d^2} f(v)\ a$$

gdzie h oznacza głębokość drążenia,
P — ciężar pocisku,
d — średnicę pocisku,
f(v) — funkcję szybkości pocisku,
a — współczynnik zależny od wytrzymałości betonu.

Co się tyczy f(v), to wzory różnią się pod tym względem w bardzo dużej mierze, mianowicie w granicach mniej więcej od pierwszej do drugiej potęgi szybkości pocisku. Jako jeden z najprostszych, a zarazem najbliższych do wyników doświadczalnych, uważam wzór Petry. Dla wartości f(v) daje on następującą tablicę:

v	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
f (v)	0,33	0,72	1,21	1,76	2,36	2,97	3,58	4,18	4,77	5,34	5,89	6,41	6,92

v	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500
f (v)	7,40	7,87	8,31	8,74	9,15	9,54	9,92	10,29	10,64	10,98	11,30

Dla żelbetu fortyfikacyjnego (400 kg cementu na m^3 betonu) proponuję przyjąć współczynnik tworzywa a równy 0,224[1]), przy czym h jest wyrażone w metrach, P — w kilogramach, d — w centymetrach.

Wartości współczynnika a przy przenikaniu pocisku w grunt wynoszą: ziemia lekka — 5,87, ziemia roślinna — 3,86, piasek — 2,94, ziemia kamienista 2,20, skała śr. twarda — 1,25 — 1,80[2]).

Dla najczęściej spotykanych szybkości, mianowicie w granicach 200 — 400 m/sek, można przyjąć z dużą dokładnością, że f(v) rośnie ściśle proporcjonalnie do pierwszej potęgi v. W związku z tym proponuję wzór uprościć następująco:

$$h = \frac{P\,v}{1{,}8\,d^2}$$

gdzie h jest wyrażone w cm, P — w kg, d — w cm, v — w m/sek.

Podane wyżej wzory słuszne są w wypadku prostopadłego trafienia pocisku w płytę. Natomiast przy skośnym trafieniu, które zazwyczaj ma miejsce, należy wielkości, otrzymane ze wzorów, pomnożyć przez $\sin\alpha$, gdzie α — kąt, pod którym pocisk trafia w płytę.

---

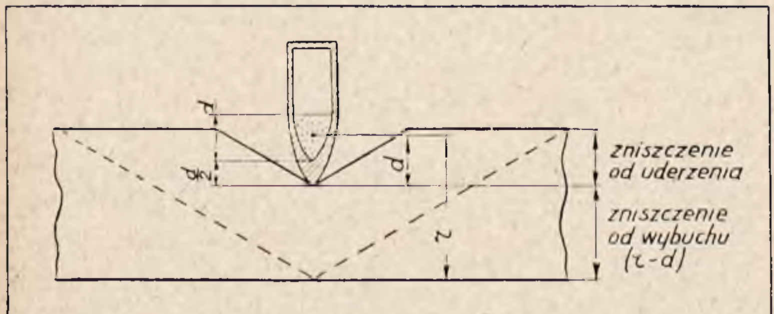
1) Patrz mój artykuł w „Saperze" z r. 1933.

2) Współczynnik dla ziemi kamienistej i dla skały podaję według mego obliczenia.

2. *Działanie wybuchowe pocisku na stropy odsłonięte.*

Drugim momentem, występującym przy działaniu pocisku, jest jego efekt wybuchowy. Efekt ten postaram się obliczyć, opierając się na wzorze, podanym w naszej instrukcji saperskiej „Niszczenia“, doskonałym wzorze praktycznym, którego słuszność potwierdzają wieloletnie doświadczenia.

Wybuch ładunku, zawartego w pocisku, odbywa się zazwyczaj w warunkach korzystnych dla stropu. Pociski artyleryjskie mają długość równą około 3,5 średnicom. Odliczając z tej długości około 0,5 d na zgrubienie ostrołuku pocisku, otrzymamy ładunek wydłużony w stosunku 1:3, ustawiony pod kątem około 45° — 75° w stosunku do płyty. Na ryc. 3, dla uproszczenia rozumowania, pokazałem



Ryc. 3.

pocisk, ustawiony prostopadle do płyty. Otóż działanie wybuchowe pocisku jest w tym wypadku prawie identyczne z działaniem ładunku o wysokości = d, tzn. o kształcie 1:1. Ze wzrostem wysokości ładunku (jak wynika ze wzoru minerskiego) wzrasta wprawdzie promień działania ładunku (r), ale jednocześnie środek ciężkości ładunku, od którego należy liczyć działanie wybuchowe, oddala się od płyty.

Tak więc do wzoru minerskiego należy w danym wypadku wstawiać zamiast ładunku pocisku Ł, tylko $\frac{Ł\,d}{l - \frac{d}{2}}$

gdzie l — oznacza długość pocisku, zaś d — jego kaliber.

Dla przeciętnych pocisków (l = 3,5 d) otrzymamy stąd

$$Ł' = \frac{Ł}{3}.$$

Punkt, od którego należy liczyć promień działania materiału wybuchowego, znajduje się, jak widać z ryc. 3 w odległości od płyty równej d. Tak więc zniszczenie spowodowane przez wybuch pocisku sięgnie na głębokość.

$$H = r - d, \text{ czyli}$$

$$H = \sqrt[3]{\frac{Ł}{u.\,w}} - d$$

Jako współczynnik uszczelnienia proponuję przyjmować u = 2 — według instrukcji „Niszczenia“ — dla ładunku nieuszczelnionego, wpuszczonego w mur[3]).

Współczynnik dla betonu wynosi (według tejże instrukcji) : dla r poniżej 1 m — 5, od 1 do 1,5 m — 4, od 1,5 do 2 m — 3,5, ponad 2 m — 3.

Dla żelbetu przyjmuje się wspóczynnik dla betonu, pomnożony przez 2.

Zniszczenie to objawi się w nieznacznym tylko pogłębieniu leja, powstałego od uderzenia pocisku, a głównie

---

[3]) Właściwie należałoby uwzględnić jeszcze to, że część energii ładunku wybuchowego zużywa się na rozerwanie skorupy pocisku, ale z drugiej strony trzebaby też wziąść pod uwagę, że część materiału wybuchowego, znajdująca się w górnej części pocisku, nie wchodzi wprawdzie do rachunku, ale zwiększa uszczelnienie dolnej części, nie pozwalając na swobodne rozchodzenie się fali detonacyjnej.

w postaci sproszkowania betonu, poza tym wybuch poszerza dość znacznie pierwotny lej i oczyszcza go z gruzu.

Jednak rozumowanie powyższe będzie słuszne tylko w wypadku, gdy płyta będzie miała grubość krytyczną, to znaczy taką, która całkowicie jest zniszczona przez dany pocisk. Natomiast w wypadku płyty o większej grubości, głębokość zniszczenia, spowodowana przez pocisk, będzie znacznie mniejsza. Wynika to z tego, że działanie materiału wybuchowego jest głównie przebijające (łamiące), a nie drążące (jak działanie uderzeniowe pocisku). Jeżeli grubość płyty jest równa lub mniejsza od promienia działania materiału wybuchowego, wówczas wybuch przebija, przełamuje niejako całą płytę i efekt jest duży, taki, jak wypada z powyższego wzoru.

O ile jednak płyta jest grubsza, wówczas otrzymujemy skutek znacznie mniejszy, niż wynika ze wzoru. Można przyjąć, że głębokość powstałego w tym wypadku zniszczenia równa się około ¼ głębokości, uzyskanej z rachunku. Nie uwzględnianie tego zjawiska prowadzi do poważnych błędów przy obliczeniu działania wybuchowego pocisków, (jak również wszelkich innych ładunków wybuchowych), w razie działania na grube płyty.

Poza tym wybuch powoduje inne skutki, o których mówiliśmy przy rozpatrywaniu efektu uderzeniowego, a więc lokalne wygięcie płyty, odpryski i rysy.

3. Całkowite działanie pocisku na stropy odsłonięte.

Całkowite działanie pocisku ostrego równa się sumie zniszczenia stworzonego przez uderzenie i przez wybuch, jak to jest widoczne z ryciny 3.

Efekt taki będzie uzyskany tylko w wypadku pocisku o tak dobranym zapalniku, żeby wybuch nastąpił po przeniknięciu jego w płytę tyle, ile jest on zdolny dzięki swej sile uderzeniowej. Wymaga to zapalnika z opóźnieniem. Pocisk o zapalniku natychmiastowym wywiera efekt prawie równy zeru, gdyż rozerwanie się go w chwili zetknię-

cia się z płytą powoduje to, że nawet jego siła uderzeniowa nie dochodzi do głosu i że efekt uzyskany jest znacznie mniejszy, niż w wypadku pocisku ślepego. Tak więc, zależnie od nastawienia zapalnika i jego funkcjonowania, ostateczny efekt może być w poszczególnych wypadkach bardzo różny[4]).

Również wielki wpływ na skutek pocisku ma jego kształt, wydłużenie (tj. stosunek długości do średnicy[5]) oraz gatunek stali, z której jest zrobiony pocisk i grubość ścianek pocisku. Do niszczenia stropów odsłoniętych nadają się przede wszystkim pociski półpancerne, o małej ilości materiału wybuchowego (około 10%), natomiast pociski zwykłe (około 20% materiału wybuchowego) rozbijają się często, dzięki cienkim ściankom, przed wniknięciem w żelbet. Natomiast pociski z większą ilością materiału wybuchowego mają silniejsze działanie na części obiektu osłonięte ziemią, gdzie efekt wybuchowy ma większy wpływ, dzięki uszczelnieniu.

4. *Współczynnik bezpieczeństwa przy obliczaniu konstrukcyj fortyfikacyjnych.*

Między projektowaniem konstrukcyj cywilnych a konstrukcyj fortyfikacyjnych istnieje zasadnicza różnica. Natężenia, na które się projektuje konstrukcje cywilne, są tylko pewną frakcją naprężeń elastycznych. O ile więc konstrukcja została należycie zaprojektowana i wykonana, to istnieje bezpieczeństwo prawie absolutne, że wytrzyma ona obciążenia, na które została obliczona, przy czym obciążenia te mogą się powtarzać prawie dowolną ilość razy.

Natomiast w konstrukcjach fortyfikacyjnych, nawet najsilniejszych, każdy pocisk wywołuje pewne, choćby tyl-

---

[4]) Pociski niemieckie najcięższych kalibrów, używane do ostrzeliwania twierdz, miały zapalnik z opóźnieniem dochodzącym do 0,5—1″.

[5]) Pociski zbyt wydłużone (ponad 1 : 4) są mało stateczne, przez co dają złe wyniki.

ko lokalne uszkodzenia konstrukcji i zmniejsza w ten sposób jej odporność na działanie następnych pocisków. Absolutne bezpieczeństwo w tym wypadku nie istnieje. Nawet najsilniejszy obiekt fortyfikacyjny ulegnie w końcu zniszczeniu, o ile skierujemy na niego dowolnie wielką ilość pocisków. Jest to jednak rozumowanie dość teoretyczne. W rzeczywistości zjawiska przedstawiają się nie tak groźnie. Zmasowanie na pewien obiekt dowolnie dużej ilości pocisków jest na wojnie zagadnieniem bardzo trudnym, zwłaszcza o ile chodzi o działa większych kalibrów, które nawet najsilniejsze armie posiadają w bardzo skąpej ilości; zaopatrzenie tych dział w amunicję jest problemem bardzo poważnym; również należy uwzględnić tu zjawisko zużywania się luf działowych po pewnej ilości pocisków, która dla ciężkich dział wynosi 1000 i mniej pocisków.

Dla przykładu podam tu, że w czasie walk o Verdun w r. 1916 Niemcy skoncentrowali na odcinku twierdzy całą prawie swoją ciężką i najcięższą artylerię w ilości 700 dział ciężkich, w tym 50 najcięższych[6]).

W czasie tych walk najbardziej ostrzeliwany fort Douaumont otrzymał ogółem 120.000 pocisków wszelkich kalibrów. Z tego było pocisków kalibru od 270 mm wzwyż — 2000 sztuk.

Otóż i ta koncentracja ognia, którą trzeba uważać za wprost wyjatkową, nie dała jednak w efekcie zniszczenia fortu, a tylko spowodowała pewne lokalne uszkodzenia i zniszczenia.

Czynnikiem, który działał tu wybitnie na korzyść fortyfikacji, był r o z r z u t o g n i a a r t y l e r y j s k i e g o. Podaliśmy wyżej, że na fort Douaumont padło 2000 pocisków najcięższego kalibru. Przyjmując, że pociski te rozproszyły się mniej więcej równomiernie na całą powierzchnię fortu, otrzymamy średnio 3 pociski na 100 m² powierzchni.

W rzeczywistości pociski te nie rozkładały się równomiernie, ale powstawały w pewnych punktach skupienia

[6]) W walkach o twierdze belgijskie brało zaledwie udział 10 — 13 dział najcięższych (kal. 30,5 — 42 cm).

pocisków, tak, że leje jednego pocisku zachodziły na drugi, a nawet zdarzały się wypadki, zresztą bardzo rzadkie, trafienia dwóch pocisków w to samo, lub prawie w to samo miejsce.

Jednak trzeba tu uwzględnić, że schrony tych fortów, a zwłaszcza koszary, stanowiły wielkie masywy betonowe (np. koszary fortu Douaumont — blok o powierzchni 150 × 20 metrów) ściągające na siebie ogień nieprzyjacielski i że dla obiektów mniejszych, rozproszonych w terenie, warunki ostrzału będą znacznie gorsze.

Opierając się na powyższych rozważaniach, można przyjąć, że obiekty zabezpieczające od licznych pocisków powinny wytrzymywać dwa uderzenia pocisku w to samo miejsce.

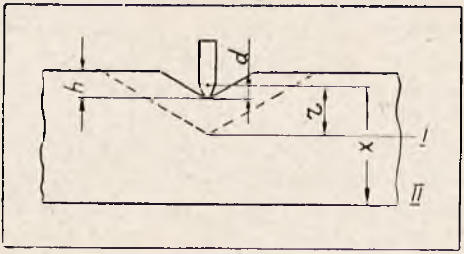
Jeśli chodzi o obiekty drugorzędne, lub też o obiekty bardzo małe, rozproszone i dobrze zamaskowane, w stosunku do których nie jest prawdopodobne skupienie większej ilości pocisków artyleryjskich, wówczas wystarczy tylko jedno trafienie pocisku w jedno miejsce — to znaczy, że obiekt może być trafiony przez kilka pocisków, ale tak oddalonych od siebie, że te trafienia nie mają na siebie wpływu, jeśli chodzi o wytrzymałość płyty.

5. *Grubość stropu zabezpieczającego od pojedyńczych pocisków.*

W poprzednich rozdziałach ustaliliśmy, że zniszczenie, spowodowane przez pocisk (ryc. 4), składa się ze zniszczenia wywołanego przez: 1) uderzenie pocisku (h) i 2) przez wybuch pocisku (r — d).

Płyta, zebezpieczająca od działania pojedyńczego pocisku, musi mieć grubość równą sumie obu powyższych efektów, zwiększoną o pewną warstwę bezpieczeństwa (ryc. 4). Grubość tej warstwy musi być taka, aby naprężenia, panujące u jej spodu, nie przekraczały naprężeń dopuszczalnych. Myśl instrukcji minerskiej wstrząśnienia i pęknięcia w murach sięgają na głę-

bokość 2 r (r = promień działania ładunku wybuchowego), tzn. grubość warstwy bezpieczeństwa równa się promieniowi działania r. Biorąc pod uwagę, że chodzi w danym wypadku o żelbet, silnie uzbrojony i zabezpieczony od spodu przeciw odpryskom, wystarczy przyjąć 0,75 r. (Niemiecka intrukcja minerska podaje 0,5 — 1 r)[7]).



Ryc. 4.

Tak więc ostatecznie grubość stropu, zabezpieczająca od pojedyńczych pocisków, wyniesie, według proponowanej przeze mnie metody obliczenia:

$$H = h + r - d + 0{,}75\ r = h + 1{,}75\ r - d.$$

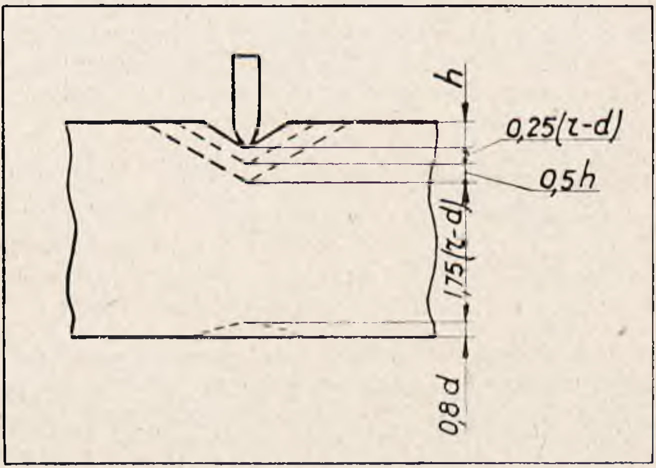
Rykoszety. Przy kącie upadku na beton, nie większym niż 45°, pocisk rykoszetuje. W wypadku tym należy liczyć strop tylko na działanie uderzeniowe (składowa, równa działaniu całkowitemu, pomnożonemu przez Sinα patrz rozdz. 1), które powoduje podłużną

---

[7]) Do grubości 0,75 r można dojść i w inny sposób. Przyjmując, że naprężenia maleją proporcjonalnie do kwadratu odległości od środka wybuchu, stosunek naprężeń w warstwie I i II (ryc. 4) wyniesie: $\frac{P_1}{P_2} = \frac{x^2}{r^2}$; przyjmując dalej, że naprężenie w warstwie I równa się wytrzymałości tworzywa, a w warstwie II równa się naprężeniu dopuszczalnemu przy współczynniku bezpieczeństwa 3, otrzymamy $x = r\sqrt{3} = 1{,}75\ r$, tzn. grubość warstwy bezpieczeństwa = 0,75 r.

bruzdę w betonie. Przyjmujemy mianowicie, że wybuch pocisku ma miejsce p o z r y k o s z e t o w a n i u, w pewnej odległości od stropu, a więc nie działa, praktycznie biorąc, na strop. Jako warstwę bezpieczeństwa przyjmuję 0,75 — 1 głębokości leja (bruzdy), spowodowanego przez siłę uderzenia.

W konstrukcjach przeciwlotniczych stosuje się czasem celowo strome stropy, powodujące rykoszet bomb.



Ryc. 5.

6. Grubość stropu obliczonego na trafienie dwóch pocisków w to samo miejsce.

Doświadszenia wykazują, że drugi pocisk, uderzający w to samo miejsce, ma mniejszy efekt niż pierwszy pocisk, pod warunkiem, że płyta ma dostatecznie dużą grubość. Można przyjąć, że następny pocisk pogłębia lej, wywołany przez pierwszy, tylko o 0,5 jego głębokości.

Patrzebną grubość stropu ustalam następująco. U d e r z e n i e pierwszego pocisku stworzy lej o głębokości h (patrz rycinę 5). W y b u c h tego pocisku da tylko znisz-

czenie o głębokości $\frac{1}{4}$ (r — d), gdyż mamy tu do czynienia z płytą o dużej grubości, większej od grubości krytycznej[8]). Drugi pocisk da lej, spowodowany siłą uderzenia o głębokości tylko 0,5 h, jak to ustaliliśmy na początku rozdziału, oraz zniszczenie od wybuchu = r — d.

Do powyższej grubości należy doliczyć warstwę bezpieczeństwa. Powinna się ona równać 0,75 r, jednakże beton jest już nadwyrężony przez działanie pierwszego pocisku, przede wszystkim od spodu, gdzie należy liczyć się z powstaniem odprysku, albo co najmniej z rozluźnieniem spoistości żelbetu. Przyjmuję, że głębokość odprysku (rozluźnienia) wyniesie 0,8 d[9]), a więc o tę wielkość należy zwiększyć warstwę bezpieczeństwa.

Ostatecznie otrzymamy:

$$H = h + 0{,}25\,(r - d) + 0{,}5\,h + r - d + 0{,}75\,r + 0{,}8\,d$$

a po uproszczeniu

$$H = 1{,}5\,h + 2\,r - 0{,}5\,d.$$

Należy tu jednak zaznaczyć, że wzory powyższe nie uwzględniają czynnika masy płyty żelbetowej, którego wielkie znaczenie uwypuklają doświadczenia wojenne i poligonowe. Doświadczenia te wykazały, że w obiektach o małej masie płyty żelbetowe lub betonowe bywały niszczone przez pewne pociski, podczas gdy takie same płyty w większych, masywniejszych obiektach, wytrzymywały zupełnie dobrze działanie danych pocisków.

Klasyczny przykład dają pod tym względem forty Verdunu. Posiadały one poterny (chodniki) betonowe o grubości stropu równej 2,0 m, które były niszczone bardzo często przez pociski. Tymczasem stropy koszar fortecz-

---

[8]) Patrz rozdział 2-gi.

[9]) W Verdunie pocisk kal. 30,5 cm, zrobił w płycie żelbetowej grub. 1,5 m — lej o głębokości 0,4 m i spowodował odprysk od spodu płyty o głębokości 0,25 m.

nych o tej samej grubości zachowały się znacznie lepiej. Duża masa tych koszar wchłania w siebie wibracje, wywołane przez uderzenie i wybuch pocisku, dużo lepiej niż poterny — wąskie stosunkowo rury o małym przekroju i to właśnie wpływało na ostateczną odporność płyty.

Obliczenia przeprowadzone przeze mnie w tym i poprzednich rozdziałach dotyczą żelazobetonu. Dla płyt betonowych można z grubsza przyjmować wartości dla żelbetu, pomnożone przez 1,4.

7. Zasada proporcjonalności efektu pocisku do jego kalibru.

W podanym w rodziale 1-ym ogólnym wzorze na działanie uderzeniowe pocisku o postaci $h = \frac{P}{d^2} f(v)$

możemy wstawić zamiast P jego wartość — $\frac{\pi . d^2}{4} n\ d\ g$

gdzie n — oznacza stosunek długości pocisku do jego średnicy, zaś g — ciężar właściwy pocisku. Otrzymamy wówczas wzór o postaci:

$$h = \frac{\pi}{4} n\ d\ g\ f(v)$$

Otóż dla pocisków, rozwijających tę samą szybkość końcową (v) i posiadających identyczny ciężar właściwy (g) i identyczny stosunek długości do kalibru (n) wzór ten się bardzo uprości i przybierze postać

$$h = k . d$$

gdzie k — oznacza pewien stały współczynnik.

To znaczy, że dla pocisków o podobnych cechach balistycznych, działanie uderzeniowe jest proporcjonalne do ich kalibru.

Podobnie się przedstawia sprawa z działaniem w y b u c h o w y m. Wzór na działanie wybuchowe (rozdz. 2) ma postać:

$$h_1 = r - d$$

$$\text{gdzie } r = \sqrt[3]{\frac{Ł}{w \cdot u}}.$$

Przy tem, jak mówiliśmy w rozdz. 2, działa na płytę tylko dolna część ładunku, o wysokości d. A, więc można ją przedstawić jako

$$Ł = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot d \cdot g_1 .$$

Gdzie g_1 — ciężar właściwy materiału wybuchowego. Przyjmując, że g_1 jest wielkością stałą, otrzymamy $Ł = k' d^3$, a $r = k'' d$. To znaczy wzór się sprowadzi do następującej postaci:

$$h_1 = k'' d - d = k''' d$$

A więc i c a ł k o w i t y e f e k t, wywołany przez ostry pocisk, będący sumą działania uderzeniowego i wybuchowego, da się sprowadzić do wzoru:

$$H = h + h_1 = k d$$

To znaczy, że d z i a ł a n i e p o c i s k ó w o p o d o b n y c h c e c h a c h b a l i s t y c z n y c h j e s t p r o p o r c j o n a l n e d o i c h k a l i b r u.

Zasada powyższa ma wielkie znaczenie praktyczne, gdyż w praktyce pociski, używane do ostrzeliwania obiektów żelbetowych (pociski półpancerne) mało się różnią pod względem kształtu i ciężaru właściwego; tak samo szybkości końcowe różnią się nieznacznie i wynoszą około 250 — 300 m/sek. Dlatego wnioski, wyciągnięte z d o ś w i a d c z e ń n a d j e d n y m k a l i b r e m, można rozciągać i na i n n e k a l i b r y pocisków. Tak np. jeżeli ustaliliśmy doświadczalnie, że od pocisków 42 cm zabezpiecza płyta żelbetowa grubości 3,5 m (dwa trafienia

w jedno miejsce), to dla kalibru 220 mm można przyjąć, że potrzebna jest płyta o grubości

$$\frac{3,5 \cdot 220}{420} = 1,83 \text{ m.}$$

8. *Obliczanie stropów żelbetowych na gięcie dynamiczne.*

W rozdziale 1 wspominaliśmy o dynamicznych natężeniach gnących, wywoływanych w płytach na skutek działania pocisku. Żadna ze znanych metod obliczenia płyt żelbetowych na to gięcie nie nadaje się do praktycznego zastosowania, jednak zapoznanie się z nimi nie jest bez korzyści, gdyż daje dalszy wgląd w istotę zachodzących tu zjawisk i pozwala wyprowadzić pewne wnioski konstrukcyjne.

Odsyłam tu przede wszystkim do bardzo ciekawego studium gen. Birchlera, omówionego przeze mnie w „Saperze" w r. 1933. Również na uwagę zasługuje praca Lühra[10]), który wyprowadził następujący wzór, pozwalający przyrównać obciążenie dynamiczne wywołane przez pocisk, do obciążenia statycznego:

$$m = 0,13 \frac{Qv^2}{G f}$$

gdzie Q — ciężar pocisku, v — szybkość końcowa, G — ciężar części stropu, pracującej na gięcie, f — strzałka ugięcia. Z wzoru tego wynika, że działanie pocisku jest tym mniejsze, im jest większa masa płyty, co jest zgodne z doświadczeniami. Ponadto z wzoru widać duży wpływ sprężystości tworzywa; najbardziej pożądane są materiały o dużej strzałce ugięcia; tym się tłumaczy dziwne na pozór zjawisko, że pocisk karabinowy nie przebija np. luźno zawieszonego dywanu.

9. *Działanie przebijające pocisku.*

Kiedy mówiłem w poprzednich rozdziałach o działaniu siły żywej (uderzeniowej) pocisku, to miałem na uwadze

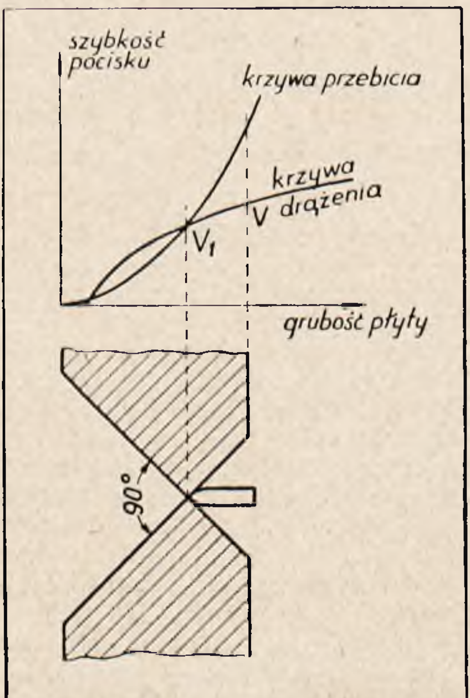
---

[10]) Schossberger, Budownictwo Przeciwlotnicze. Warszawa 1936.

efekt d r ą ż ą c y, spowodowany siłą żywą. Jednak siła żywa uderzenia może i w inny jeszcze sposób zniszczyć płytę, a mianowicie przez p r z e b i c i e jej (zjawisko zbliżone do przełamania).

Czyste zjawisko przebicia możemy zaobserwować np. przy przebiciu ścianki z dykty przez kulę drewnianą. Przebicie to nastąpi tylko wtedy, o ile dykta będzie posiadać pewną g r u b o ś ć k r y t y c z n ą w stosunku do siły żywej kuli. W przeciwnym wypadku nie wystąpi żaden efekt.

W wypadku pocisku artyleryjskiego, który jest ciałem twardszym od betonu, powstają zazwyczaj zjawiska bardziej złożone, mianowicie przebicie połączone z drążeniem.



Ryc. 6.

Ilustruje to ryc. 6. Pocisk trafia w płytę z szybkością V. Następuje drążenie i spadek szybkości (według krzywej drążenia)do szybkości V_1, która jest krytyczną dla danej grubości płyty, gdyż leży na krzywej przebicia, a więc w momencie tym następuje przebicie płyty. Przedstawia to dolna część ryciny.

Nie wchodząc bliżej w analizę tych zjawisk, możemy na podstawie powyższego wykresu stwierdzić, że efekt łączny, uzyskany przez drążenie i przebicie, jest większy od efektu, uzyskanego tylko przez drążenie.

Znajomość powyższych zjawisk ma znaczenie przy projektowaniu ciężkich pocisków i dział. Mianowicie idealnym rozwiązaniem jest stworzenie takiego pocisku, któryby swoją siłą żywą przebijał (przebicie + drążenie) płytę, a następnie dopiero wybuchał wewnątrz obiektu. Zadanie takie stawiali sobie przed r. 1914 Niemcy i Austriacy przy projektowaniu moździerzy 42 cm i 30,5 cm. Jednak doświadczenia, uzyskane w czasie wojny światowej w Verdunie, wykazały, że siła p r z e b i j a j ą c a moździerza 42 cm była bardzo poważna, ale nie wystarczająca do niszczenia grubszych betonów francuskich i że zniszczenie stropów miało miejsce tylko dzięki współdziałaniu siły uderzeniowej i wybuchowej.

10. Obliczanie stropów na działanie bomb.

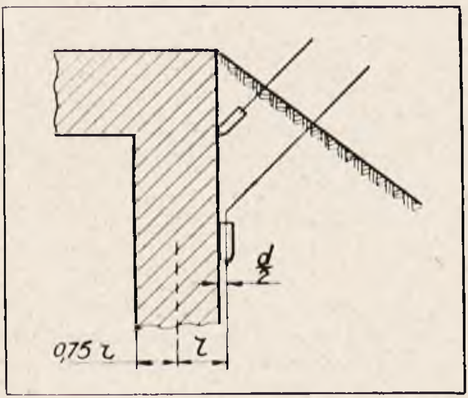
Podane poprzednio zasady mają zastosowanie również jeśli chodzi o pociski inne niż artyleryjskie. Najważniejszą dziś kategorię takich pocisków stanowią bomby lotnicze.

Przy obliczaniu działania bomb proponuję liczyć ich efekt wybuchowy z większą dokładnością niż dla pocisków artyleryjskich, tj. według wzoru $\dfrac{Ł\,d}{l - \dfrac{d}{2}}$ (patrz rodział 2), gdyż stosunek l : d bywa tu bardzo różnorodny. Biorąc pod uwagę trudności trafienia przez bombę do celu wystar-

czy liczyć na pojedyńcze trafienia. Z tego samego względu wystarczy przyjąć jako warstwę bezpieczeństwa tylko 0,5 r (patrz rodz. 5). To znaczy wzór dla grubości stropu będzie miał postać H = h + 1, 5 r — d. Jeśli chodzi o bomby o dużej ilości materiału wybuchowego (około 50%), to całkowite uwzględnianie działania uderzeniowego i wybuchowego nie ma w tym wypadku uzasadnienia, gdyż wobec cienkich ścian bomby trudno liczyć na jej głębokie przeniknięcie w beton. Raczej wskazane jest liczyć w tym wypadku tylko na sam wybuch.

11. Ściany osłonięte ziemią, narażone na pociski.

Działanie u d e r z e n i o w e (ryc. 7) będzie w tym wypadku mniej lub więcej osłabione, dzięki temu, że pocisk przenika najpierw przez warstwę ziemi o pewnej grubości.



Ryc. 7.

Natomiast działanie w y b u c h o w e ulega zwiększeniu wraz z zagłębianiem się pocisku w ziemię[11]). M a k s i m u m może być bądź w g ó r n e j, bądź w d o l n e j

[11]) Patrz Saper r. 1933.

części płyty, a więc obliczenie sprowadzi się do obliczenia efektu w dwóch skrajnych wypadkach.

W górnej części ściany przyjmuję, że mamy uderzenie i wybuch nieuszczelniony, a więc proponuję liczyć tak jak dla stropu nieosłoniętego (rozdz. 5 i 6). Trzeba przy tym przyjąć pod uwagę właściwy kąt, pod którym pocisk uderza w ścianę, który tu będzie inny, niż dla stropu. W pewnych wypadkach, zwłaszcza dla obiektów liczonych na lżejsze kalibry, może być wskazanym uwzględnienie działania nie moździerzy lub haubic, lecz armat, które silnie działają na ściany dzięki płaskiemu torowi pocisku (25 — 30°) i dużej szybkości końcowej.

Dolną część ściany proponuję liczyć tylko na wybuch uszczelniony, przy tym przyjmuję najniekorzystniejszy wypadek, że pocisk ułoży się równolegle do ściany. Działanie wybuchowe wyniesie wówczas

$$h = r - \frac{d}{2}, \text{ gdzie } r = \sqrt[3]{\frac{2 \,.\, Ł}{3 \,.\, w \,.\, u}}$$

przy czym przyjmuję, że ładunek pocisku działa jako skupiony, ale biorę tylko $^2/_3$ tego ładunku, wobec tego, że część energii pochłania rozerwanie skorupy pocisku. Współczynnik uszczelnienia u (według instrukcji saperskiej „Niszczenia") przyjmuję jako równy 1,5. Współczynnik wytrzymałości w należy w danym wypadku pomnożyć przez 1,3, gdyż mamy do czynienia ze ścianą silnie obciążoną (według instrukcji). Przyjmując zapas bezpieczeństwa = 0,75 r, otrzymamy grubość płyty zabezpieczającą od pojedyńczych pocisków

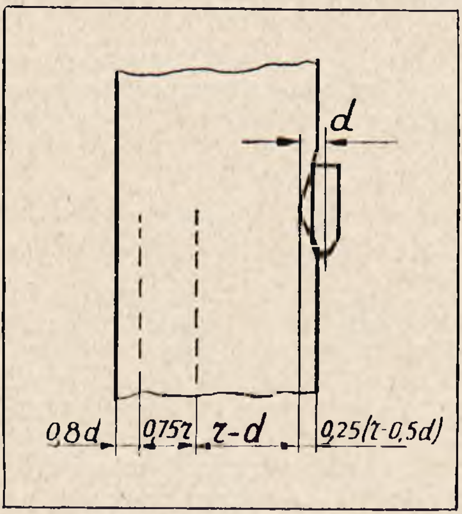
$$H = 1{,}75\ r - 0{,}5\ d.$$

Dla obiektów liczonych na 2 trafienia pocisku, rozumuję następująco (ryc. 8). Lej od wybuchu pierwszego pocisku, wobec tego, że mamy do czynienia z grubą płytą, będzie miał tylko głębokość $h_1 = 0{,}25\ (r - \frac{d}{2})$. Lej od wybuchu drugiego pocisku wyniesie $h_2 = r - d$: obejmuję w tym

wypadku nie $\frac{d}{2}$, lecz d, gdyż przyjmuję, że pocisk nie przylega ściśle do dna leja (gruz, nierówności). Ponadto należy doliczyć warstwę bezpieczeństwa 0,75 r i grubość odprysku, powstającego od wewnątrz ściany, równą 0,8 d[12]).

Tak więc grubość płyty $H = 0,25\,(r - 0,5\,d) + r - d + 0,75\,r + 0,8\,d$, stąd okrągło $H = 2\,r - 0,3\,d$.

Jako miarodajną dla ściany należy przyjąć w i ę k s z ą g r u b o ś ć, która może wypaść bądź dla górnej części ściany bądź dla dolnej, co zależy od tego czy mamy do czy-



Ryc. 8.

nienia z pociskiem półpancernym o małej ilości materiał wybuchowego, a więc o dużym działaniu uderzeniowym czy też z pociskiem zwykłym o większej ilości materiału wybuchowego. Przy liczeniu na pociski zwykłe większy efekt uzyskuje się zwykle w dolnej części płyty, narażonej na wybuch uszczelniony.

---

12) Patrz rozdz. 6.

Otrzymane w ten sposób grubości ścian okażą się zwykle nieco większe od grubości stropów, zabezpieczających od tych samym pocisków, w stosunku 1 :1,1—1,2.

Metoda powyższa nadaje się również do liczenia stropów osłoniętych ziemią. Wykazuje ona zarazem, że osłanianie stropów ziemią bywa szkodliwe, zwłaszcza w wypadku działania pocisków o większej ilości materiału wybuchowego, dzięki zwiększaniu się efektu wybuchowego wskutek uszczelnienia ziemią.

W obiektach silnie zagłębionych w grunt (schrony piętrowe), dolne części ścian mogą być narażone tylko na pośrednie działanie wybuchu pocisku, po przez środowisko ziemi. W wypadku tym należy liczyć grubość ściany w dolnej części metodą podaną przeze mnie w „Saperze" w r. 1933 dla chodników podziemnych[13]). Dla przybliżonego obliczenia metodę tę można uprościć, przyjmując, że krzywa przedstawiająca spadek działania wybuchowego pocisku ze wzrostem odległości od stropu, jest linią prostą.

---

[13]) Str. 135 i 185.

WIADOMOŚCI Z PRASY OBCEJ.

N i e m c y.

Zapory drogowe jako obrona przeciwpancerna.

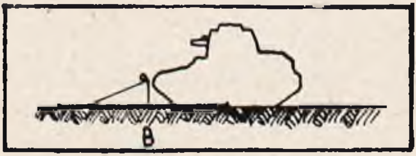
(Wehrtechnische Monatshefte. Zeszyt 11/37).

W 11 zeszycie „Wehrtechnische Monatshefte“ porusza gen. inż. Bursztyn sprawę organizacji przeszkód przeciwczołgowych na drogach przedpola umocnionej pozycji. Organizując teren do obrony, budujemy na przedpolu taką ilość przeszkód przeciwpancernych, na jaką pozwoli nam czas i środki. Nie możemy jednak zamknąć tymi stałymi przeszkodami dróg prowadzących od strony nieprzyjaciela, gdyż po drogach tych muszą przejść własne elementy osłony, względnie opóźniające posuwanie się nieprzyjaciela do rejonu umocnionego.

Drogi te muszą zostać otwarte do ostatniej chwili i nie można budować na nich przeszkód stałych, wymagających dość znacznego czasu. Według autora regulaminy obowiązujące nie przewidują odpowiednich przeszkód, któreby, ustawione szybko w ostatniej chwili, były jednak zdolne do zatrzymania broni pancernej. Autor zaznacza, że miny szybko rozrzucone nie spełnią tego zadania, gdyż albo nastąpi detonowanie min sąsiednich przez wybuch jednej miny, lub też nieprzyjacielskie wozy pancerne zaopatrzone w odpowiednie przyrządy zdołają usunąć miny rozłożone.

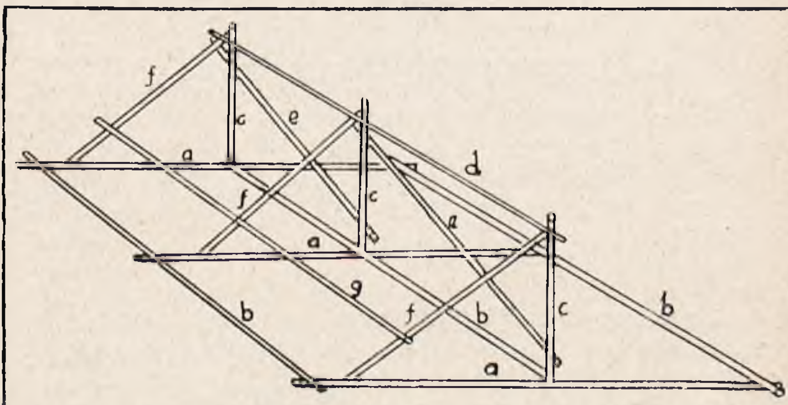
Autor podaje specjalny rodzaj przeszkód, które przygotowywane są na tyłach i zwiezione w stanie gotowym składane są obok drogi, a w chwili krytycznej zostają one ustawiane w poprzek drogi i stanowią dostateczną zaporę do zatrzymania nadjeżdżających wo-

zów pancernych nieprzyjaciela. Ryc. 1 i 2 przedstawia konstrukcję takiej przeszkody. Na powierzchni drogi układa się spojone belki żelazne a i b (ryc. 2) i do nich umocowane belki pionowe z żelaza profilowego (belki c, d, b,), które w swej części tylnej umocnione są



Ryc. 1.

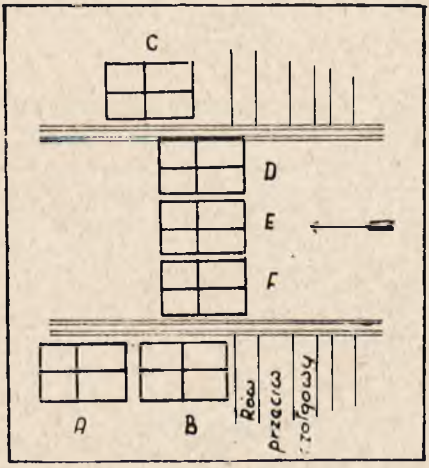
belkami f. Wysokość belek pionowych powinna być tak obliczona, aby przeszkoda mogła być zawczasu wykryta przez obserwatorów zbliżających się nieprzyjacielskich wozów pancernych. Nadjeżdżający wóz pancerny nieprzyjacielski, wjeżdżając na przeszkodę, naciska na belkę „b" i tym samym uniemożliwia wywrócenie przeszko-



Ryc. 2.

dy. Z ryc. 2 widać, że belki „a" ze słupkami pionowymi „c" i zastrzałami „b" tworzą kozły. Trzy takie kozły wraz z umocnieniami b, c, i d tworzą jeden element przeszkody 3-metrowej szerokości. Wzmocnienie przeszkody dla zatrzymania najcięższych wozów otrzy-

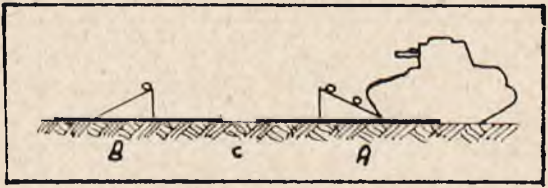
mujemy wstawiając w jeden element zamiast trzech, cztery kozły. Całość wykonana jest z żelaza profilowego używanego ogólnie w budownictwie. Przekrój poszczególnych belek powinien dawać pewność, że wytrzymają one napór ciężaru znanych nam nieprzyjacielskich wozów pancernych. Przy obliczaniu tych przekroi należy posunąć jak najdalej posuniętą oszczędność, aby uniknąć zbędnego nadmiaru żelaza, gdyż stosowane ogólnie w obliczaniu procenty bezpieczeństwa w tym wypadku nie będą potrzebne.



Ryc. 3.

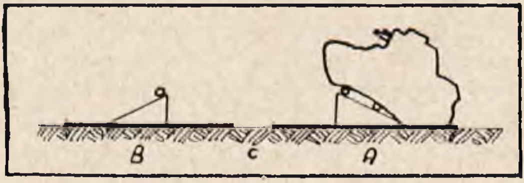
Przeszkody powinny być dostarczane na miejsce w stanie rozłożonym, a długość poszczególnych części składowych nie przenosi 4 m i pozwala na łatwy transport samochodami. Z odpowiednio poznaczonych części składowych łatwo będzie zestawić przeszkody na miejscu, w którym mają być one użyte. Gotowe elementy złożone w miejscach A, B i C w chwili zagrożenia ustawia się na drodze D, E, i F. (ryc. 3). Zbocza drogi zagrodzone są rowami przeciwczołgowymi. Usunięcie jednego z tych elementów z drogi pozwala na przepuszczenie na przedpole wozów zwiadowczych. Przeszkoda taka musi mieć stałą obserwację ogniową, wykonaną przez plutony c. k. m. i działek przeciwpancernych.

Tego rodzaju przeszkody, masowo wykonywane na tyłach i przewożone na front w stanie rozłożonym, mogą być użyte nie tylko na drogach, lecz również i na tych odcinkach frontu, gdzie istnieje



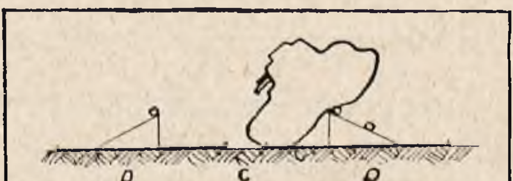
Ryc. 4.

brak przeszkód naturalnych i czasu na budowę stałych przeszkód. Mogą one być również użyte w zimie na terenach, które w lecie



Ryc. 5.

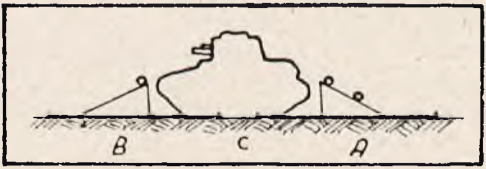
z powodu dużego nawodnienia zabezpieczają nas zupełnie od najazdu wozów pancernych.



Ryc. 6.

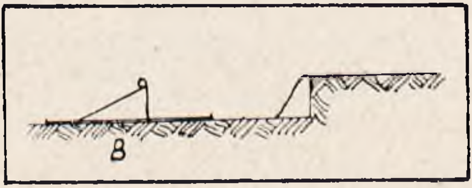
Z poszczególnych elementów można również budować przeszkody podwójne, ustawiając je ścianami pionowymi do wewnątrz — ryc. 4—7. Pochylenie przeszkody zwrócone w stronę nieprzyjaciela, po-

winno być umocowane belką poprzeczną „g“ (ryc. 2) wykonaną ze starych szyn kolejowych. Zbliżające się nieprzyjacielskie wozy pancerne, wjeżdżając po pochylni, dostają się niejako w pułapkę, gdyż

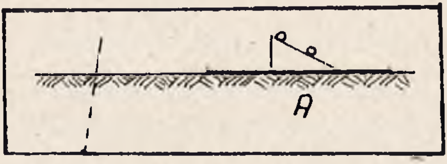


Ryc. 7.

odległość poszczególnych elementów od siebie, połączonych belkami pionowymi „a“, nie pozwala na manewrowanie wozów między przeszkodami. Poszczególne wozy unieruchomione między przeszkodami mogą być łatwo zniszczone ogniem artylerii własnej, lub miotaczy



Ryc. 8.



Ryc. 9.

min. Podobną przeszkodę możemy osiągnąć również przez połączenie przeszkód ruchomych z przeszkodami stałymi (rowy, szkarpy, belki wbite w ziemię) ryc 8 i 9.

Sprzęt ten został opatentowany w Austrii i poszczególne fabryki i warsztaty kolejowe są przygotowane do masowej produkcji tych przeszkód.

Według autora przeszkody te są obecnie w próbach w wojsku niemieckim i węgierskim.

Przeszkody te nadają się do użycia na odcinkach frontu ustabilizowanych, lub też przy organizacji obrony stałej.

— *13* —

Szybkie zapory.

(Vierteljahreshefte für Pioniere 2/38).

Major von Ahlfen porusza zagadnienie zamknięcia pewnego kierunku przez saperów i w formie uwag dowódcy saperów oraz programu wyszkolenia szeregowych zaznacza, że wszelkie zapory muszą mieć przejścia dla wycofujących się z przedpola oddziałów własnych. Przejścia te powinny być stale strzeżone i przygotowane do zamknięcia przy pomocy „szybkich zapór", a w chwili nagłego ukazania się nieprzyjacielskiej broni pancernej.

Cechy i właściwości środków zaporowych określa autor następująco:

a) skuteczność działania na szosach i drogach przeciw wozom pancernym,
b) łatwość wykonania,
c) możność szybkiego założenia,
d) konieczność posiadania przejść dla oddziałów własnych, które w razie potrzeby mogą być szybko otwierane, lub zamykane,
e) konieczność ubezpieczenia tych zapór przez ogień własnych oddziałów.

Zapory odpowiadające tym warunkom nazywają się w nowych instrukcjach „zaporami szybkimi". Ten rodzaj zapór nie jest nowością dla saperów, powinien jednak zapoznać się z nim ogół wojska, gdyż piechur i artylerzysta może się znaleźć w takiej sytuacji, że będzie zmuszony do ich wykonywania bez pomocy sapera.

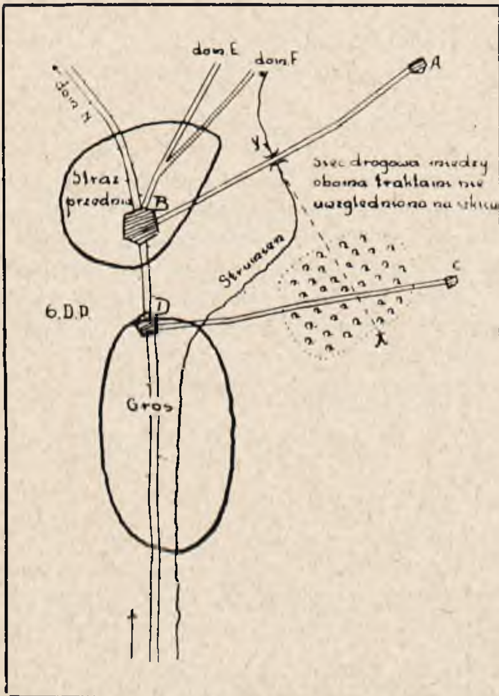
Autor podaje kilka przykładów zastosowania szybkich zapór.

Dywizja piechoty po marszu bez styczności z nieprzyjacielem zatrzymała się na postój, kompania zmotoryzowana tej dywizji otrzymała rozkaz: „Zabezpieczenie linii X — Y przeciw nieprzyja-

cielskim oddziałom rozpoznawczym przy zastosowaniu „szybkich zapór" (ryc. 1).

Autor zapytuje, czy zaznaczenie w rozkazie „przy zastosowaniu szybkich zapór" jest konieczne i słuszne.

Saper otrzymawszy zadania, przy jego wykonaniu zastosuje te środki, które najbardziej będą odpowiadały, mając zaś ograniczoną



Ryc. 1.

ilość etatowego sprzętu zaporowego, musi pamiętać zawsze o zachowaniu pewnej rezerwy sprzętowej, koniecznej na nieprzewidziane wypadki. W miejscu, gdzie będzie mógł wykonać swoje zadanie bez użycia etatowego materiału, wykorzysta materiał znaleziony na miejscu.

Rozkaz powinien raczej określać na jakich kierunkach i dla jakiego rodzaju broni mają być przygotowane przejścia. Na przykład droga z miejscowości A do B dla oddziałów rozpoznawczych zmotoryzowanych i konnych, droga z C do D dla konnych i cyklistów. Wskazanie rodzaju wojska jakie ma przejść daną drogę jest konieczne przy wyborze zapory.

W tym przykładzie powinny być zastosowane na drodze A do B „szybkie zapory", zaś na drodze z C do D, wykorzystując wysokopienny las — zawały. Rozwiązanie daje ryc. 2.



Ryc. 2.

Dla cyklistów i konnych wystarczy zwyczajna ścieżka, do zatrzymania wozów pancernych na drodze wystarczy jedna „szybka zapora".

W rozwiązaniu przyjęto szerokość drogi na 10 m. Założenie jedynie jednej zapory pozwala na zaoszczędzenie materiału, a przeznaczenie ścieżki dla własnych oddziałów rozpoznawczych daje oszczędność ludzi, których nie trzeba używać do zamykania i otwierania przejścia w zaporze.

W wypadku, gdy na przedpolu znajduje się większa ilość własnych oddziałów rozpoznawczych, nie można nakazywać pozostawienia przejść na wszystkich drogach, dowódca musi liczyć się, że w razie zostawienia przejść na wszystkich drogach, mogą niektóre z nich wpaść w ręce nieprzyjaciela, gdyż nie starczy ludzi na dokładne obsadzenie wszystkich przejść.

Z chwilą, gdy rozkaz brzmi „wszystkie drogi mają mieć przejścia dla własnych oddziałów rozpoznawczych", dowódca musi się liczyć z tym, że koniecznym będzie zastosowanie wszędzie „szybkich

zapór“ i musi przygotować związane z tym oddziały ubezpieczające, rozpoznawcze i łącznikowe, a także dokładnie określić drogi odwrotu oddziałów własnych.

Z chwilą gdy dowódca przewiduje skierowanie w dniu następnym straży przedniej nietylko w kierunku obecnym na N, lecz także na E i F (ryc. 1), musi podać w technicznej części rozkazu: „Na dzień jutrzejszy drogi do N, E i F muszą być oczyszczone z zapór dla przejścia straży przednich“.

Tu autor zastanawia się w jakim wypadku do zabezpieczenia postoju wojsk będą użyci saperzy i stwierdza, że trudno tu znaleźć jakąś regułę. Odpowiedź da ukształtowanie terenu, sytuacja taktyczna i ilość przydzielonych saperów.

Według autora, w wypadku oznaczonym na szkicu, ubezpieczenia wykona etatowa zmotoryzowana kompania saperów, która po wykonaniu swego zadania i wypoczynku może być szybko przerzucona na inny odcinek działania dywizji, a jej praca pozwoli na odpoczynek po marszu kompanii pieszych. W obecnym składzie batalionu saperów dywizyjnych, praca nad ubezpieczeniem postoju tylko w wyjątkowych wypadkach powinna być udziałem kompanii pieszych[1]).

Autor zaznacza, że należy ostatecznie już zerwać z systemem rodzielającym saperów plutonami, a nawet drużynami do broni głównych z zadaniem wykonania zapór przy pomocy sprzętu, który może być obsłużony przez bronie główne. Łatwe w obsłudze zwoje drutu (K — Rollen), stanowiące pewną przeszkodę dla broni pancernej, powinny stanowić wyposażenie nie tylko wojsk walczących, lecz nawet służb. W ten sposób przychodzące na postój wojska będą w stanie ubezpieczyć swój postój, a jedynie w specjalnie trudnych warunkach terenowych do prac tych pociągani będą saperzy.

Wyposażenie i wyszkolenie w użyciu „szybkich zapór“ przeciwpancernych ze zwoi drutu zapewni wojskom spokojny postój, gdyż, jak wykazały doświadczenia z ćwiczeń w roku ostatnim, przeszkody te są dostatateczną zaporą dla lekkich wozów pancernych zwiadowczych.

Twierdzenie swoje popiera autor przykładem (ryc. 3). Wojska nieprzyjacielskie od godziny 9 w transportach kolejowych w re-

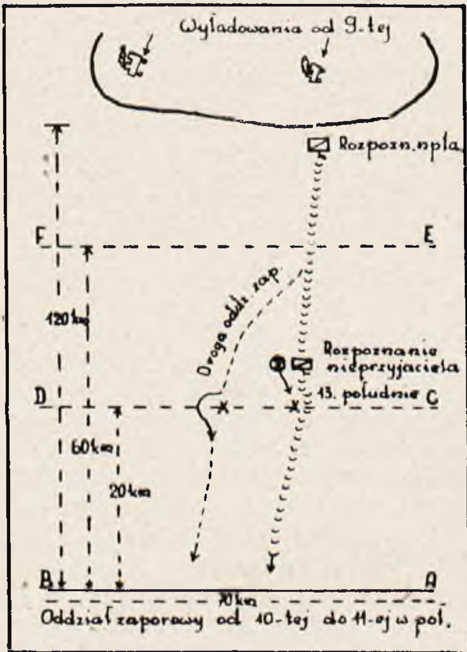
---

1) Skład batalionu: dwie piesze, jedna zmotoryzowana komp. sap. — **Przyp. Red.**

jonie, którego południowy skraj odległy jest o 120 km w linii powietrznej od linii A—B.

Oddział zaporowy X opóźnia posuwanie się nieprzyjaciela od linii E — F z takim wyliczeniem, aby do godziny 14 linia A — B była utrzymana.

Rozpoznanie naziemne wykonane przez oddział zaporowy ma ustalić na linii C — D: czy rozpoznanie nieprzyjacielskie przekro-



Ryc. 3.

czyło tę linię i czy zbliżają się znaczniejsze siły.

Wykonanie zadania utrudniają następujące okoliczności:

a) szerokość odcinka na linii A—B — 70 km;

b) szczupły skład oddziału zaporowego: 1 batalion piechoty,

2 oddziały przeciwpancerne po dwie kompanie, trzykompanijny zmotoryzowany batalion saperów, batalion w składzie dwóch kompanii cyklistów i kompanii motocyklistów, pluton łączności;

c) gęsta sieć drogowa na północ od linii A—B i C—D (nie uwidoczniona na szkicu).

Linia A—B posiada dogodne warunki obronne, częściowo rzekę, częściowo grzbiet górski.

W naszym rozważaniu ważne są następujące elementy z rozkazu dowódcy oddziału zaporowego:

R o z p o z n a n i e:

Przez dowódców oddziałów przy użyciu motocyklistów do linii E—F, przy użyciu reszty sił do linii C—D.

U s t a l e n i e:

w którym kierunku przejdzie nieprzyjaciel linię E—F, gdzie znajduje się jego silniejsze rozpoznanie.

Po osiągnięciu linii C—D przez rozpoznanie własne, muszą być rozstawione na drogach „szybkie zapory" przeciw pojazdom związanym z drogami.

S p o s ó b w a l k i:

Rozrzucone na linii rozpoznania (C—D) siły opóźniają, walcząc aż do linii ubezpieczeń. Punkt ciężkości walk leży na drogach.

P r z e b i e g d z i a ł a ń:

Założenie „szybkich zapór" odbyło się zgodnie z rozkazem i bez przeszkody ze strony nieprzyjaciela. Brak czasu i słabe siły oraz gęsta sieć drogowa nie pozwoliły na zupełne zamknięcie zaporami wszystkich kierunków.

Brak odpowiednich sił dla linii A—B zmusił dowódcę do zciągnięcia o godz. 12 walczących oddziałów z linii C—D na linię A—B. Zarządzenie to spowodowała również troska o oddziały opóźniające, które, związawszy się walką z nieprzyjacielem, mogły ponieść znaczne straty. Na skutek tych zarządzeń, część zapór została pozbawiona obserwacji ogniowej, część zaś została zdjęta.

Wytworzyła się sytuacja, w której linia C—D nie była już zupełnie obsadzona.

O godz. 13 nieprzyjacielski oddział rozpoznawczy odpoczywał na północ od linii C—D. W tym czasie wysunięty na czoło oddział cyklistów natknął się na osi swego marszu na „szybką zaporę", którą

usunął w krótkim czasie. Gros oddziałów rozpoznawczych, nie napotykając na swej drodze zapór, kontynuowało swój marsz dalej.

Wcześniej, zmotoryzowany oddział zwiadowczy napotkał zaporę nieobserwowaną, którą usunął. Inne oddziały posuwały się drogami wolnymi od zapór.

Wieczorem tego dnia gros oddziałów nieprzyjacielskich osiągnęło linię nakazaną (A—B) nie ponosząc żadnych strat ani w ludziach. ani w materiale.

Dowódca oddziału zaporowego X zamierzał: utrudnić posuwanie się sił nieprzyjacielskich przez linię C—D przy pomocy zapór i ognia. następnie po wycofaniu wysuniętych oddziałów tylko przy pomocy zapór.

W przykładzie tym rozkaz o zaporach powinien brzmieć: „Rozpoznanie nieprzyjacielskie należy unieszkodliwić, posuwanie znaczniejszych sił opóźniać przez założenie nieobserwowanych zapór (pól minowych, zawał leśnych, zniszczeń) na odcinkach“ (określonych na podstawie studium mapy).

Zapory powinny być bardzo starannie i poważnie wykonane.

Przejścia wszystkie zamknięte. Przejścia dla własnego rozpoznania w ściśle oznaczonych kierunkach. Na zakończenie rozkazu musi być podany dokładny czas zakończenia prac przy zaporach, siły i środki przeznaczone do ich wykonania.

Autor zaznacza, że rozkaz musi określać dokładnie czego i gdzie żąda przełożony. W przytoczonym przykładzie, gdyby rozkaz przełożonego odpowiadał tym warunkom, nieprzyjaciel doszedłby do linii A—B kosztem dużych strat, a także wykonany byłby i ten punkt rozkazu, który nakazywał opóźnienie posuwających się sił nieprzyjaciela. Warunek ten wypełniłby solidnie wykonane zapory, których usunięcie wymaga pewnej straty tak drogiego dla oddziałów rozpoznawczych czasu.

„Zapory szybkie“ służą przede wszyskim do zabezpieczenia przed nagłym napadem nieprzyjacielskiej broni pancernej, oddziałów wykonywujących zapory właściwe. Z chwilą wykonania zapory, „zapora szybka“ wykonała swe zadanie i powinna być zdjęta. Dla sapera zbędnym powinien być w rozkazie przełożonego punkt o stosowaniu zapór szybkich, każdy podoficer saperów musi znać cel i sposób stosowania „zapór szybkich“.

Z kolei podaje autor kilka przykładów, które muszą być uwzględnione przy wyszkoleniu.

1) Zastosowanie „zapór szybkich“ w nocy.

Zmotoryzowana kompania saperów otrzymuje rozkaz, aby zabezpieczyć w ciągu nocy przeciw nieprzyjacielskiemu rozpoznaniu przejście przez rzekę dla nadchodzącej własnej dywizji. Rozpoznanie kawaleryjskie przekroczyło rzekę i udało się w kierunku nieprzyjaciela. Należy się liczyć z możliwością przechodzenia przez rzekę własnych patroli meldunkowych.

Wymaga się od kompanii saperów, aby zamknęła wszystkie drogi dla wozów motorowych od strony nieprzyjaciela przy pomocy „szybkich zapór“. Zapory powinny być w czasie nocy zamknięte, jedynie będą one otwierane w celu przepuszczenia dokładnie stwierdzonych oddziałów własnych.

Autor zastanawia się jak mają zachować się patrole pilnujące zapory w chwili nagłego ukazania się własnego pojazdu pancernego, jadącego z pogaszonymi światłami, zdążającego z meldunkiem do dywizji, zwłaszcza gdy zapora uzbrojona jest amunicją wybuchową. Zapora taka według autora powinna mieć wysuniętą w kierunku nieprzyjaciela zaporę ostrzegawczą, która zatrzyma zdążający wóz w dostatecznej odległości, pozwalającej na rozpoznanie go i przygotowanie właściwej zapory przez jej obsadę do przepuszczenia pojazdu. W razie gdy przejście w zaporze jest zbyt wąskie, obsługa wysiada z pojazdu i wspólnie z obsadą zapory przeciąga wóz przez niebezpieczne miejsce. Zdążające od strony nieprzyjaciela kolumny zwiększają odległości między wozami i wolno przechodzą przez lukę w zaporze.

2) Ubezpieczenie „zapór szybkich“ ogniem.

W celu zabezpieczenia zapory przed opanowaniem jej przez obsługę nieprzyjacielskich wozów pancernych, musi być ona objęta ogniem własnej broni maszynowej, która ostrzela opuszczającą swój wóz obsługę.

Ponieważ strzelająca broń maszynowa łatwiejsza jest do wykrycia od broni ręcznej, należy jej używać w ostatecznej potrzebie, w razie poważniejszego natarcia nieprzyjaciela na zaporę. Natarcie na zaporę sił słabszych odeprze jej obsada bronią ręczną, aby uchronić broń maszynową w chwili jej wykrycia od beznadziejnego pojedynku z umieszczonym w wieży pancernej k. m. nieprzyjaciela

i zachować ją na ostateczną chwilę. Strzelcy muszą być dobrze zamaskowani i ugrupowani wgłąb.

3) Walka bezpośrednia o zapory szybkie.

Do bezpośredniej obrony zapór szybkich muszą być saperzy odpowiednio przygotowani i wyszkoleni w czasie pokoju. Autor podaje przykład, w którym batalion saperów, pracujący samodzielnie, bez osłony broni głównych, przy uzbrojeniu dużego obiektu mostowego został zaskoczony przez nieprzyjacielskie wozy pancerne. Nieprzyjaciel zdołał sforsować ubezpieczającą pracę przy uzbrojeniu, wysuniętą „zaporę szybką" i dąży do przerwania prac na moście. Saperzy, pamiętając o otrzymanym do wykonania zadaniu, muszą zatrzymać przy pomocy zawczasu przygotowanych ładunków z materiału wybuchowego nacierające wozy i nakazane zadanie wykonać.

4) Szybkie pogotowie obronne.

Regulaminy przewidują dokładne wyszkolenie saperów w zakładaniu „zapór szybkich" i czynności z tym związane muszą być zupełnie zmechanizowane, aby budowa tych zapór trwała jak najkrócej. Jednakże należy również stale szkolić saperów w stałej gotowości do obrony budowanych przez nich zapór, przy pomocy ładunków z materiałem wybuchowym, albo świec dymnych. Dlatego też w czasie budowy zapór szybkich muszą saperzy stale być wyposażeni w ćwiczebne ładunki z zapalnikami i świece dymne noszone w dwóch workach zawieszonych na krzyż na ramionach.

5) Saperzy i broń przeciwpancerna.

Do wzmocnienia działania zapór często będzie przydzielana do zmotoryzowanych oddziałów saperów minerów broń przeciwpancerna, a zwłaszcza działka. Dokładna znajomość tego sprzętu i możliwości jej użycia musi być opanowane przez oficerów i starszych podofirerów saperów. W ćwiczeniach zespołowych przydział broni przeciwpancernej do oddziałów saperskich jest konieczny, aby dać im możność wzajemnego poznania się i nauczenia celowego użycia sprzętu.

Jak widać z tego artykułu, sąsiedzi nasi zwracają baczną uwagę na tak zwane „zapory szybkie“, mające znaczenie osłony właściwego miejsca pracy saperów. Zastosowanie walców z drutu stalowego we wszystkich oddziałach, jako przeszkody przeciwpancernej, zapewnia do pewnego stopnia bezpieczeństwo tych oddziałów na postoju przed nagłym napadem lekkich wozów pancernych bez uciekania się do stałej pomocy jednostek saperskich, na których w dobie obecnej nakłada się coraz więcej zadań na nowoczesnym polu bitwy.

Poza Niemcami wprowadzają ten rodzaj przeszkód również inne armie, między innymi Anglicy i Szwajcarzy.

B.

Z. S. S. R.

Najbliższe problemy fortyfikacji.

(D. Karbyszew. Krasnaja Zwiezda Nr 72/38).

Zagadnienia fortyfikacji, a nawet umocnień polowych na skutek doświadczeń pozycyjnej wojny światowej, do niedawna obciążały mentalność taktyków widzących w nich zadania główne saperów.

Nie bez korzyści będzie streszczenie poglądów w tej dziedzinie jednego z inżynierów dywizyjnych, zamieszczone w urzędowym piśmie wojskowym sowieckim.

Na wstępie autor powiada, że pierwszym i zasadniczym zadaniem techniki fortyfikacyjnej jest przyspieszenie robót drogą racjonalizacji i mechanizacji. Sowiecki regulamin służby polowej podkreśla, że obrona powinna być przede wszystkim przeciwczołgowa. Przy czym regulamin ten żąda osłony przeszkodami przeciwczołgowymi nie tylko przedniego skraju obrony, ale i zorganizowania wewnątrz pozycji przeciwczołgowych rejonów, przeważnie o charakterze zamkniętych kół.

Zupełnie zrozumiałe, pisze autor, że w tym celu należy przede wszystkim wykorzystać przeszkody naturalne.

Prosty rachunek wskazuje na to, że dla wypełnienia żądań regulaminu (sowieckiego), w warunkach walki na naszym zachodnim froncie, pisze Karbyszew, gdzie dywizja zajmować będzie w obronie odcinek 8—12 km, potrzeba będzie średnio 40—50 km przeciwczołgo-

wych przeszkód, włączając w to i osłonę tymi przeszkodami strefy przeszkód przeciwszturmowych. Do wykonania takiej pracy w sprzyjających warunkach trzeba będzie około 5 dni roboczych.

Jednocześnie w tym samym czasie załoga obrony może wykonać najprostsze osłony — ukrycia od ognia artyleryjskiego. Według oceny autora, wykonanie schronisk od odłamków i środków chemicznych dla całego składu obrońców, oraz częściowe wzniesienie schronów jako bojowych stanowisk dowódców — możliwe jest dopiero na dziesiąty dzień robót. Do wykonania ciężkich schronów przeciwko całym pociskom artyleryjskim i bombom lotniczym, potrzeba więcej niż miesiąc czasu. Przy tym autor czyni zastrzeżenie, że kalkulacje opiera dla robót prowadzonych zdala od nieprzyjaciela, co, powiada, będzie rzadkim wyjątkiem.

Zadaniem techniki fortyfikacyjnej, pisze, jest skrócenie terminu wykonania dwu lub trzykrotnie z tym, ażeby obrona przeciwczołgowa mogła być zorganizowana w ciągu 2—3 dni, a schroniska przeciwko odłamkom artyleryjskim i środkom chemicznym były gotowe dla całego stanu obrony w ciągu 5—6 dni. Ponadto pożądane, aby i ciężkie schrony, chroniące obrońców od całych pocisków artyleryjskich, wykonywać można było w skróconym czasie. Część betonowych urządzeń (betonowych sooruženij) dla karabinów maszynowych powinna wystąpić w czwartym lub piątym dniu obrony, a 10—15 dni pracy powinno dać znaczną ilość ciężkich budowli.

Jeśli chodzi o najprostsze urządzenia, jak stanowiska ogniowe, rowy łącznikowe, przeszkody z drutu, pola minowe, oraz takież fałszywe urządzenia, to, pisze autor, obrona powinna zorganizować je w ciągu jednej nocy.

Dla zorganizowania obrony przeciwczołgowej należy możliwie najszerzej wykorzystać miny przeciwczołgowe, które nazywa on silnymi środkami. Na dowód przytacza tu poglądy i dane niemieckie i polskie. Według danych niemieckich potrzeba do tego celu na odcinek dywizji 60.000 min, przy dogodnych warunkach terenowych — 44.000. Według danych polskich ilość min jest ograniczona do 10.000 sztuk.

Nasze obliczenia, pisze autor, w terenie średnim wskazują na ilość 40.000 do 50.000 min przeciwczołgowych potrzebnych w ramach dywizji w obronie, a w wypadku użycia jednoczesnego innych przeszkód przenośnych — 20.000 sztuk.

Przy szybkim wycofywaniu i przejściu do obrony, jak również

w wypadku walki wewnątrz pozycji obronnej, może zajść potrzeba szybkiego wykonywania pól minowych. W tym celu, jak również w warunkach bojowych, pod ogniem nieprzyjaciela w zagranicznych wojskach, pisze autor, istnieją specjalne pancerne maszyny zaporowe (zagraditieli).

Według poglądów sowieckich, dla szybkiego organizowania pól minowych poza ogniem przeciwnika, należy adaptować zwykłe ciężarowe samochody, względnie przyczepki do traktorów.

Powyższe zmniejszy zapotrzebowanie na saperów i pozwoli szybko użyć miny.

Drugim czynnikiem, sprzyjającym szerokiemu zastosowaniu min przeciwczołgowych — to dowiezienie ich na czas. Ułatwić to może zmniejszenie wagi miny, dla przykładu, o połowę.

Narówni z minami o normalnej wadze 5—6 kg należy posiadać na wyposażeniu zmniejszone miny — 2—3 kg. W ogóle, trudności zaopatrzenia w miny można pokonać.

Wreszcie zastanawia się autor nad ostatnim pytaniem, czy przemysł będzie w stanie wyprodukować dostateczną ilość min, ażeby pokryć zapotrzebowanie walczących wojsk i jaką one będą przedstawiały wartość — cenę.

Ponieważ konstrukcja min przeciwczołgowych jest wybitnie prosta, więc z tej strony nie widzi on trudności produkcyjnych. Jednak wartość jednego kilometra zapory z min przeciwczołgowych równać się będzie wartości jednego kilometra szosy, dla tego też uważa, że masowe ich użycie będzie regulowane przez ich cenę. Stąd wyciąga słuszny wniosek, że zadaniem techniki jest zmniejszenie kosztów produkcji drogą nie tylko upraszczania konstrukcji i wagi, ale wykorzystaniem tańszych materiałów wybuchowych.

W dalszych swoich rozważaniach autor wspomina o możności wykorzystania amunicji wybuchowej do wykonania rowów przeciwczołgowych (streszczenie ze źródeł sowieckich w numerze 4 t. XII. 1937 r. „Sapera“), aby tym sposobem przyspieszyć pracę, jednakże ilość amunicji, potrzebna, przy takim sposobie, wynosi 4—5 ton na kilometr.

Zadanie techniki, widzi Karbyszew, w dostarczeniu do masowych robót fortyfikacyjnych potężnych i ruchliwych maszyn, które pozwolą szeroko zastosować przeszkody ziemne (rowy, skarpy) jako potężne środki walki z czołgami.

Nawet przy obecnych środkach technicznych, to znaczy przy

ręcznej pracy nie należy, powiada, odmawiać się od wykonania rowów i skarp. Średnio, batalion piechoty może w ciągu dnia wykonać 1—2 km przeszkód ziemnych przeciwczołgowych. Jeśli dywizja wydzieli 30 procent swoich sił roboczych (3 bataliony) do tego celu, to może w ciągu dnia wykonać 4—5 km przeszkód ziemnych przeciwczołgowych, czyli osłonić połowę swego odcinka. Drugą połowę wówczas pokryć minami przeciwczołgowymi i przenośnymi przeszkodami.

Jeśli chodzi o przygotowanie stanowisk ogniowych, punktów obserwacyjnych i bojowych m. p. dowództw oraz schronisk, to autor widzi konieczność centralnego masowego i jednolitego przygotowania materiałów.

Omawiając przeszkody przeciwszturmowe z drutu określa, że wynoszą one 10—20 procent ogólnych robót nad umocnieniem terenu. Wpływa na to z jednej strony ograniczona ilość drutu, z drugiej — ograniczona ilość sił roboczych.

Tutaj otwiera się pole przed wynalazczością w sensie racjonalizacji przeszkód, jak również i mechanizacji robót. W obecnych warunkach dywizja zużywa dziennie do 12 ton drutu, przy zmechanizowaniu robót norma ta może być zwiększona dwu albo i trzykrotnie.

Nie zagłębiając się w detale, można stwierdzić, że przy dostatecznych środkach materiałowych, przy pomocy mechanizacji robót nad umocnieniem terenu, można wynik ich podwoić, co wpływa na skrócenie terminów wykonania. Stosując mechanizację robót należy jednak zachować następujące zasady:

środki mechanizacji (maszyny) muszą być na tyle ruchliwe i silne, ażeby mogły zadośćuczynić zasadniczemu warunkowi — szybkiego wykonania robót fortyfikacyjnych;

środki te powinny organizacyjnie stanowić specjalne jednostki przydzielane do oddziałów saperskich, czy też innych;

roboty prowadzone przy pomocy tych środków muszą mieć zapewniony ciągły dowóz niezbędnych materiałów.

Należy pamiętać, że przyspieszanie robót fortyfikacyjnych osiąga się nie tylko środkami mechanizacji. Elektryzacja i modernizacja przeszkód, wykorzystanie przeszkód przenośnych znakomicie przyczynia się do skrócenia czasu przygotowania przedniego skraju pozycji. Szerokie zastosowanie masek przyspieszy wykonanie rowów komunikacyjnych, a nawet przyczyni się do stworzenia mylnych rejonów i stref obronnych. Zastosowanie sprzętu mechanicznego do wyrębu przyspieszy oczyszczanie przedpoła. Wykorzystanie pance-

rzy ułatwi organizowanie punktów obserwacyjnych i punktów ogniowych.

Dla urządzeń bojowych stałych, należy rozwiązać problem użycia szybkoschnących cementów, składanych betonowych obiektów, jak również obiektów podziemnych. Szybkie urządzanie przeszkód przeciwczołgowych na liniach wodnych wymaga również rozwiązania konstrukcji składanych urządzeń do zabagniania i stosowania min rzecznych przeciwczołgowych.

W końcu, powiada autor, że cały szereg poruszonych wyżej zagadnień wymaga praktycznego sprawdzenia na ćwiczeniach doświadczalnych. W szczególności należy wyjaśnić charakter przygotowania tyłów, pogotowia do wykonania tych robót i wykorzystania do nich środków mechanicznych.

Należy liczyć się z ewentualnym werwaniem się i przeniknięciem motomechanicznych jednostek nieprzyjacielskich na tyły obrony. Stąd wypływa problem przygotowania specjalnych przeciwczołgowych przeszkód w tyłowych rejonach.

Charakter takich przeszkód będzie zasadniczo różnił się od zwykłego przygotowania umocnień czołowych, wykonywanych kosztem przeszkód przeciw piechocie, rowów komunikacyjnych, osłon i ukrycia dla artylerii. Nie wykluczona może być konieczność przygotowania przeciwczołgowych rejonów na tyłach armii dla odwodów operacyjnych.

Oddzielnego opracowania wymaga obrona przeciwgazowa. Szerokie stosowanie środków skażania przez Włochów w Abisynii, jak również Japończyków w Chinach, każą poważnie nad tymi zadaniami zastanowić się. Nasze urządzenia obronne muszą nie tylko chronić od ognia artylerii i czołgów, ale i od chemicznego napadu w formie rosy z powietrza, zapalających bomb itp.

Wreszcie stwierdza autor, że obrona powinna być tak silną jak i natarcie. Wielką pomoc może tutaj okazać fortyfikacja, jednakże należy w krótkim czasie rozwiązać cały szereg problemów, które poruszono wyżej.

Przypisek streszczającego.

Ciekawym jest fakt, że zagadnienie fortyfikacji, a właściwie umocnień polowych, poruszone przez autora sowieckiego, wysuwają na pierwszy plan zagadnienie organizacji przeszkód przeciwczołgowych i to nie tylko na przednim skraju, ale w głębi i na dalekich ty-

łach. Poza tym podkreśla on konieczność mechanizacji robót, w której widzi w nowoczesnej walce jedyną możność uzyskania tych krótkich czasów, jakie będą potrzebne do organizowania obrony. I to jest słuszne, nie zastanawia się on nad ilością dniówek, ludziogodzin itp. dziwolągów, a szuka dróg, które pozwolą organizować umocnienia polowe zdolne przeciwstawić się nowoczesnym środkom walki. Widzi, że z chwilą kiedy maszyna zaczyna nabierać coraz większego ciężaru gatunkowego na polu walki (czołgi) — trzeba szukać maszyn, które zdolne będą „na czas“ wytworzyć antidotum — sprzęt ręczny i mięśnie ludzkie w ramach obecnych związków organizacyjnych jak widać nie są wystarczające.

Jeśli saper ma dzisiaj pomóc przy organizowaniu obrony, to już nie — łopatą.

—12—

Forsowanie rzek przez wojska japońskie.

Z doświadczeń wojennych w Chinach.

(A. Swirydow. Krasnaja Zwiezda Nr 83 z dnia 11.IV.38.).

Natarcie połączone z pokonywaniem przeszkód wodnych należy do najbardziej trudnych zadań bojowych, to też dowództwo japońskie zdając sobie z tego sprawę, pisze autor, jak również w przewidywaniu działań w Chinach, odpowiednio przygotowało do tego wojska.

Japońskie regulaminy i instrukcje podkreślają, że powodzenie forsowania opiera się na zachowaniu czterech następujących zasad: zaskoczeniu, odciągnięciu sił nieprzyjaciela w fałszywym kierunku, drobiazgowym i skrzętnym przygotowaniu sprzętowym, wreszcie zdecydowanym wykonaniu.

Zaskoczenie najczęściej osiąga się przez użycie przygotowań i nie zdradzenie zamiaru. Zasadą powinno być, że decyzja dowódcy dywizji może być znana tylko niektórym oficerom (kierownicze stanowiska) sztabu oraz dowódcom pułków. W celu uzyskania zaskoczenia regulaminy japońskie żądają szybkości wykonania bezpośrednich przygotowań do forsowania, które zazwyczaj odbywają się w nocy.

Wprowadzenie w błąd przeciwnika osiąga się tak, że przeprawę wykonuje się na szerokim froncie (w ramach d. p. — 20—30 km), oraz przez demonstrację najczęściej kawalerii dywizyjnej i jednego lub dwóch batalionów piechoty.

Na odcinku dywizji przeważnie organizuje się trzy przeprawy, z których jedna staje się przeprawą główną. Szerokość odcinków przepraw przyjmują Japończycy dla batalionu piechoty 350—400 m, dla pułku piechoty 600—1000 m.

Przy forsowaniu dywizja wzmacnia się 2—3 dywizjonami artylerii.

Ponadto bezpośrednie wsparcie przeprawianych oddziałów zapewnia 1—2 kompanii c. k. m. W pierwszych rzutach z piechotą przeprawia się komórki łączności artylerii. Dla utrzymania łączności technicznej obu brzegów najczęściej używa się kabel podwodny. O. p. l. przeprawy głównej zapewniają 2—3 baterie artylerii przeciwlotniczej innych przepraw — c. k. m.

Organizacja forsowania dzieli się na trzy fazy. Pierwsza faza— rozpoznanie, przygotowanie przepraw i zajęcie podstaw wyjściowych przez oddziały. Druga faza — samo forsowanie i opanowanie przedmościa (zwykłe głębokości 4—6 km). Najczęściej ta faza kończy się przed świtem. Wreszcie trzecia faza—rozwinięcie się dalszego natarcia, względnie obrona przedmościa. Początek trzeciej fazy wypada na świt, kiedy gros dywizji znajduje się na brzegu przeciwnym.

Sama przeprawa odbywa się albo jednoczesnym nagłym skokiem z wykorzystaniem wszystkich środków pod osłoną nawały ognia artylerii, albo przez zaskoczenie bez ognia, przerzuceniem (na wiosłach) oddziałów czołowych.

W czasie pokojowym dywizja japońska dysponuje 16 pontonami z organicznego parku, oraz 60 pontonami dwóch przydzielonych kompanij pontonowych. Pontony stalowe, składane z 3-ch części, każdy ponton o pojemności 24 ludzi. Ponadto dywizja dysponuje jeszcze 30 lekkimi łodziami, każda o pojemności 8—12 ludzi.

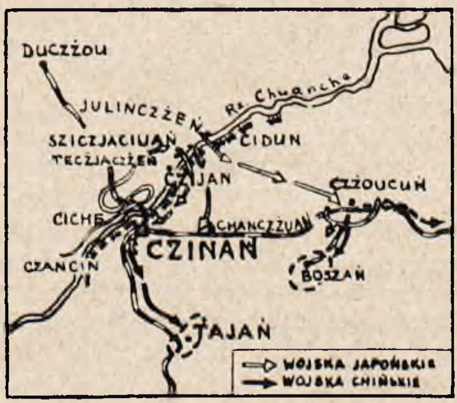
W ciągu 8 miesięcy wojny w Chinach było kilkanaście działań, w których odbyły się przeprawy japońskich wojsk z walką, oraz wykorzystywano rzeki i jeziora dla przerzucania wojsk.

W Szanghaju Japończycy przeprawiali się przez rzekę Succżon. Szerokość tej rzeki waha się w granicach 60—100 metrów. Szyb-

kość prądu — średnia. Brzegi płaskie. Jednakże przeprawa napotykała na trudności, bowiem południowy brzeg rzeki dość silnie był umocniony i obsadzony przez wojska chińskie.

Japończycy zdecydowali przeprawić się w dzień pod osłoną dymów, przy wsparciu ognia artylerii i lotnictwa.

Bezpośrednio na własny brzeg, Japończycy wysunęli 50 czołgów, które otwarły ogień na pozycje chińskie, znajdujące się o 400—1000 m od rzeki na przeciwnym brzegu. Jednocześnie grupki żołnierzy i samoloty zadymiły rzekę i własny brzeg, a artyleria zaczęła ostrzeliwać pozycje chińskie, ponadto 40 samolotów przeleciało nisko nad pozycjami chińskimi zasypując je bombami.



W forsowaniu wziął udział niemal cały pułk japoński. Pierwsze jednak natarcia Japończyków zostały z wielkimi stratami odrzucone. Niepowodzenie to należy przypisać stosunkowo wąskiemu frontowi natarcia — przeprawy, bo wynoszącemu koło 500 m.

Artyleria chińska szybko zaczęła niszczyć spuszczone na wodę pontony japońskie, a piechota przeszła do przeciwuderzenia na bagnety.

Japończycy potrafili wyciągnąć z tej lekcji naukę. W następnym dniu podjęli oni znowu natarcie. Przeprawa wykonywana została w trzech miejscach na odcinku 12 km szerokości. Natarcie

osłonięte zostało dymami (przez samoloty) oraz wsparte silnym ogniem artylerii polowej i ciężkiej oraz bombardowaniem lotniczym. Tym razem chociaż ze znacznymi stratami (około 30%), Japończykom udało się rzekę sforsować.

Poważniejszą była przeprawa Japończyków przez rzekę Chuanche. W połowie listopada 1937 r. wojska japońskie osiągnęły rzekę Chuanche na odcinku Cidun — Czancin (około 100 km). Ażeby nacierać dalej i opanować m. Czinań należało przekroczyć rzekę, której brzeg przeciwny obsadzony był przez oddziały chińskie.

W ciągu pięciu dni dowódca dywizji wyznaczonej do forsowania oraz dowódcy oddziałów rozpoznawali rzekę ustalając ostateczne odcinki przepraw. Miejsca i czas forsowania zachowano w tajemnicy do 23 grudnia, kiedy to oddziały otrzymały rozkaz osiągnięcia stanowisk wyjściowych.

Odcinek forsowania dywizji objął pas 20 km szerokości z przeprawami, w rejonach: Teczjaczżeń, Sziczjaciuań, Julińczżeń.

Wojska chińskie, obsadzając południowy brzeg rz. Chuanche, posiadały wprawdzie dość dobrze zorganizowane stanowiska obronne, jednak skutkiem systematycznego codziennego ognia artyleryjskiego urządzenia te w znacznym stopniu były zrujnowane, a gros sił odprowadzone od brzegu.

W miejscach, gdzie miało nastąpić forsowanie, szerokość rzeki wynosiła około kilometra. W niektórych miejscach skutkiem częściowego pokrycia trwałym lodem, rzeka zwężała się do 300 metrów. Szybkość prądu — duża. Brzegi rzeki wysokie, wzmocnione groblami i zadrzewione.

Japończycy wykorzystali wały ochronne (groble) na swoim brzegu jako ukrycie i w nocy 23 grudnia skupili się w punktach przepraw.

Oddziały przerzucano z tyłów na samochodach, z pogaszonymi światłami. Dla pierwszego rzutu przeprawiających się oddziałów przygotowano specjalne obuwie, kopyta końskie obwiązywano workami.

Sprzęt przeprawowy i artyleria bezpośredniego wsparcia skoncentrowane zostały na przeprawach pod osłoną nocy. Przy czym od momentu przybycia pierwszych jednostek wystawione zostały warty, które nie wypuszczały nikogo z rejonu przepraw.

Przybywające oddziały lokowano skrycie w bezpośrednim zetknięciu z brzegiem rzeki.

Dywizja przeprawiała się dwoma rzutami, jednocześnie w trzech punktach. Przy Teczjaczżeń — dwoma pułkami, przy Sziczjaciuań i Juliczżeń po jednym pułku. Pierwszy rzut przeprawiał się jedną falą. Na głównej przeprawie w pierwszym rzucie były dwa bataliony, na pozostałych dwóch — po jednym batalionie. W pierwszych rzutach przeprawiono wyborowe oddziały saperów ochotników.

Równo o godzinie 20-ej dn. 23 grudnia pierwszy rzut przeprawiających się oddziałów odbił od brzegu. Ciemna noc i mgła ograniczały pole widzenia. Z przeciwnego brzegu nie padł ani jeden strzał.

Jednakże już w trzy minuty po odbiciu pierwszego rzutu, oddziały chińskie rozpoczęły ogień. Po pierwszych strzałach rzucono wiosła, włączono motory i pełnym biegiem ruszono na chiński brzeg. Ogień artylerii chińskiej zdołał zatopić kilkanaście łodzi motorowych.

W krótkim czasie nad chińskim brzegiem znalazło się do 120 samolotów japońskich, które, orientując się światłym pasmem rzeki, bombardowały pozycje chińskie.

Desant japoński wylądował ponosząc nieznaczne straty na wodzie. Ogień artylerii japońskiej został wznowiony i przeniesiony na następne pozycje chińskie. W ślad za pierwszą falą następowały następne. Pontony złączono w człony, przystępując do przeprawy artylerii.

Pierwsza fala trwała około 15 minut (w jedną stronę). Na wszystkich trzech przeprawach w pierwszej fali brało udział około 200 pontonów i motorówek, przeprawiono cztery bataliony. W następnych falach przerzucanie jednego pułku na odcinku głównej przeprawy trwało około 2½ godzin.

Oddziały przeprawiane pod Teczjaczżeń miały zadanie: po sforsowaniu rzeki nacierać wzdłuż brzegu rz. Chuanche na południowo-zachód, po czym natrzeć na m. Czinań od północy i wschodu.

Pułk przeprawiany pod Sziczjaciuań otrzymał zadanie nacierać w kierunku południowym, przeciąć tor kolejowy pod Chanczżyan i natrzeć na miasto z południa i południo-zachód.

Pułk przeprawiany pod Julińczżeń miał zadanie nacierać w kie-

runku południowo-wschodnim, przeciąć tor kolejowy pod Chanczżuan, ubezpieczając całość działania na m. Czinań od wschodu.

Powodzeniu działań japońskich sprzyjała przede wszystkim wiara Chińczyków w niedostępność szerokiej rzeki, co odbiło się na ich wytrwałości. Brak odwodów gotowych w każdej chwili do interwencji na zagrażonym odcinku pozwolił Japończykom prawie bezkarnie sforsować rzekę.

—12—

BIBLIOGRAFIA.

Bellona — *Bel.;* Przegląd Piechoty — *Prz. Piech.;* Przegląd Kawaleryjski — *Prz. Kaw.;* Przegląd Artyleryjski — *Prz. Art.;* Przegląd Lotniczy — *Prz. Lot.;* Przegląd Morski — *Prz. Mor.*

Przegląd Techniczny — *Prz. Tech.;* Przegląd Elektrotechniczny — *Prz. El.;* Czasopismo Techniczne — *Cz. Tech.;* Technik — *Tech.;* Inżynier Kolejowy — *Inż. Kol.;* Spawanie i Cięcie Metali — *Sp. Met.;* Technik Polski — *Tech. P.;* Cement — *Cem.;* Przegląd

Revue Militaire Générale — *R. Mil. G.;* Revue du Génie Militaire — *R. Gén.;* Militär Wochenblatt — *Mil. Woch.;* Deutsche Wehr — *D. Wehr.;* Wehrtechnische Monatschefte — *Wehr. Mon.;* Gazschutz und Luftschutz — *Gaz. L.;* Vierteljahreshefte für Pioniere — *Vh. Pion.;* Wissen u. Wehr — *Wis. W.;* Zeitschrift für Militäreisenbahnwesen — *Mil Eis. B.*; Revista Geniului — *R. Gnl.;* Tiechnika i Wooruženie — *Tiech. Woor.;* Miechanizacja i Motorizacja R. K. K. A. — *Miech. Mot.;* Wojennyj Wiestnik — *Woj. W.;* Wiestnik Protiwozdusznoj Oborony — *W. Pr. Ob.;* Vojenske Rozhledy — *Voj. Rozhl.;* Vojensko Technicke Zpravy — *Voj. Tech. Zp.;* Bulletin Belge des Sciences Militaires — *Bul. Belg.;* Militärwissenschaftliche Mitteilungen — *Mil. Mit.;* The Royal Engineers Journal — *R. Eng. J.;* Rivista di Artigleria e Genio — *B. Art. Gen.;* Inżynerski Glasnik — *Inż. Gl.;* Wojenno Inżynierna Biblioteka — *W. Inż. Bib.;* Schweizerische Monatschrifft für Offiziere aller Waffen — *Schw. Mon.;* Allgemeine Schweizerische Militärzeitung — *A. Schw. M.;* The Military Enginer — *Mil Eng.*

ORGANIZACJA, WYSZKOLENIE, OGÓLNE.

Walki leśne i działanie broni. Gen D. Ludwig. — Wehr Mon. Zeszyt 1/38. *(Walki o lasy przy użyciu wszystkich rodzai broni i współpraca saperów).*

Czas potrzebny przy odbudowie obiektów. Mjr J. Reiss. — Wehr. Mon. Zeszyt 3/38. *(Dobra organizacja pracy skraca czas potrzebny na wykonanie zadania. Praca użytkowa saperów niemieckich).*

Wojska inżynieryjne dywizji „Alpini" w wojnie ruchomej. Cappennini. — Riv. Art. Gen. Zeszyt 1/38. *(Konieczność zwiększenia ilości wojsk technicznych w dywizji górskiej, której szczupłe oddziały techniczne w chwili obecnej nie dają gwarancji dobrego współdziałania).*

Szkolenie wykrywaczy gazów. A. Hamel. — Mil. Woch. Zeszyt 38/38. *(Konieczność szkolenia specjalistów do wykonywania gazow bojowych i sposób ich szkolenia).*

Siła zbrojna Z. S. S. R. — B. — Mil. Woch. Zeszyt 38/38. *(Siła i organizacja armii sowieckiej według poglądów francuskich).*

Armia portugalska. M. Bl. — Mil. Woch. Zeszyt 38/38. *(Skład, organizacja i wyposażenie armii portugalskiej).*

Saperzy w działaniach w terenie pokrytym zaporami. Płk Dinter. — Vh. Pion. Zeszyt 1/38. *(Omówienie działań saperów w terenie pokrytym zaporami, przeprowadzone w formie zadań).*

Natarcie przez rzekę. Płk Dr Schaewen. — Vh. Pion. Zeszyt 1/38. *(Podaje przykład specjalnie ciekawego wypadku natarcia przez rzekę).*

Położenie kabla elektrycznego przez Ren. Kpt. Inż. Schroeder.— Vh. Pion. Zeszyt 1/38. *(Praca saperów niemieckich przy układaniu kabla przez rzekę Ren).*

Kilka rad w sprawie strzelań szkolno-bojowych saperów. Kpt. Methzer. — Vh. Pion. Zeszyt 1/38. *(Praktyczne doświadczenia, jako uzupełnienie obowiązujących instrukcji).*

Udział saperów w działaniach wojennych w roku 1914/15 w Prusach Wschodnich. Gen. Klingbeil. — Vh. Pion. Zeszyt 1/38. *(Działania saperów w Prusach Wschodnich w roku 1914/15 w ogólnych ramach walk na tym odcinku frontu)* .

PRZEPRAWY.

Użycie belek wykonanych z drzewa w mostach wojennych. Mjr Gnet. — R. Gen. Zeszyt lipiec — sierpień 37. *(Zastosowanie drew-*

nianych belek w mostach pontonowych daje dużo korzyści w czasie budowy i pozwala na łatwą zmienność).

FORTYFIKACJA.

Metz — Twierdza czy umocniony rejon? Płk Dittmar. — Mil. Woch. Zeszyt 37/38. *(Zmiana poglądów na sposób umacniania terenu; zamiast zamkniętych twierdz umocnione odcinki terenu ze stałymi obiektami fortyfikacyjnymi).*

Uwagi o nowoczesnym umocnieniu terenu. Pł. Dittmar. — Vh. Pion. Zeszyt 1/38. *(Zmiana taktyki i uzbrojenia wprowadza nowe formy umocnień, które muszą być dostosowane do sił obronnych i zasobów kraju i wspólnie z armią polową mają zapewnić bezpieczeństwo granic).*

Podziemne hangary lotnicze przeciwbombowe wg projektów angielskich. H. B. Römer. — D. Wehr. Zeszyt 11/38. *(Projekty angielskich podziemnych hangarów lotniczych zabezpieczonych przed działaniem bombardowania lotniczego).*

OBRONA PRZECIWPANCERNA.

Gdzie powinny leżeć rowy przeciwczołgowe? Płk Schaewen. — Mil. Woch. Zeszyt 37/38. *(Miejsce umieszczenia rowów przeciwczołgowych zależne jest od terenu i jego pokrycia oraz od sytuacji taktycznej).*

OBRONA PRZECIWLOTNICZA I PRZECIWCZOŁGOWA.

Opis ćwiczeń obrony przeciwgazowej kopalni. Inż. J. Zyzak. — Prz. Górn. Hut. Zeszyt 2/38 (Ochrona załogi kopalni przed działaniem gazów z powierzchni ziemi).

Guadalajara. Mjr dypl. Szul i kpt. Łukiński. — Prz. Lot. Zeszyt 4/38. *(Skutki działań lotnictwa na podstawie walk w Hiszpanii).*

Zmiana w taktycznym użyciu środków obrony przeciwlotniczej. Por. K. Radatz. — Prz. Lotn. Zeszyt 4/38. *(Zmiana taktyki opl czynnej na skutek zwiększenia szybkości samolotów).*

Oświetlenie w obronie przeciwlotniczej. Inż. P. Wisenthal. — Wehr. Mon. Zeszyt 2/38. *(Specjalne lampy stosowane w czasie zagrożenia lotniczego).*

Nalot lotniczy na oddziały wojskowe i ich obrona. Płk Greiner.— Mil. Woch. Zeszyt 40/38. *(Naloty na transporty wojskowe i stosowanie obrony przeciwko nim przez atakowanych).*

Szkolenie rekrutów w obronie przeciwgazowej. Mjr Hieber. — Gaz. L. Zeszyt 2/38. *(Program szkolenia obrony przeciwgazowej w okresie szkolenia rekruta).*

Nowy francuski regulamin zasłon dymnych — Gaz. L. Zeszyt 2/38. *(Omówienie francuskiego regulaminu z roku 1937).*

Organizacja i zadania wydziału studiów w departamencie obrony przeciwlotniczej. Dr. Hürster. — Gaz. L. Zeszyt 3/38. *(Program prac i zakres działania wydziału).*

Pułk przeciwpożarowy w Paryżu. Rumpf. — Gaz. L. Zeszyt 3/38. *(Organizacja i zadania pułku straży ogniowej w Paryżu przed wybuchem wojny).*

Służba przeciwgazowa i wyszkolenie oddziałów łączności. Mjr Hieber. — Gaz. L. Zeszyt 3/38. *(Szkolenie służby alarmowej i łączności przy programie wyszkolenia przeciwgazowego).*

KOMUNIKACJA.

Podbijanie toru podbijakami motorowymi. Inż. Paprzycki. — Inż. Kol. Zeszyt 4/38. *(Wyniki doświadczeń z mechanicznego podbijania progów na terenie dyrekcji gdańskiej).*

Wojskowe kolejki linowe z zakotwiczonymi linami. Bullusci. — Riv. Art. Gen. Zeszyt 1/38. *(Obliczanie wytrwałości konstrukcji).*

Nowe sposoby przekraczania rzek przez jednostki zmotoryzowane. Mjr Inż. Hartung. — Vh. Pion. Zeszyt 1/38. *(Budowa mostów polowych hamuje szybkość środków motorowych, które do przejść przez przeszkody wodne muszą mieć mosty linowe budowane przy zastosowaniu sprzętu mechanicznego).*

RÓŻNE.

Wojna techniczna. Br. — D. Wehr. Zeszyt 14/38. *(Recenzja książki podpułkownika Justrowa, w której podaje on użycie materiału technicznego w czasie wojny światowej).*